



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



**NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO  
AMBIENTE**

**NÍVEL MESTRADO**

**THAIZA MONTEIRO PAZ DE ARAUJO**

**POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DA CHUVA E AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS EM POÇO REDONDO,  
SERGIPE**

**SÃO CRISTÓVÃO-SE**  
**2015**

**THAIZA MONTEIRO PAZ DE ARAUJO**

**POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DA CHUVA E AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS EM POÇO REDONDO,  
SERGIPE**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa  
Co-Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas

**SÃO CRISTÓVÃO - SE  
2015**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

A663p      Araujo, Thaiza Monteiro Paz de  
Potencial de captação da chuva e avaliação da qualidade de  
água de cisternas em Poço Redondo, Sergipe / Thaiza Monteiro  
Paz de Araujo ; orientador Inajá Francisco de Souza. – Aracaju,  
2014.  
119 f. : il.

Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente)– Universidade Federal de Sergipe, 2015.

1. Águas pluviais – Captação. 2. Cisternas – Poço Redondo  
(SE). 3. Controle de qualidade de água. 4. Política social. I. Souza,  
Inajá Francisco de, orient. II. Título.

CDU 502.51:628.11(813.7)

THAIZA MONTEIRO PAZ DE ARAUJO


**POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DA CHUVA E AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS EM POÇO REDONDO,  
SERGIPE**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

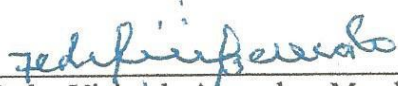
Aprovado em 06/03/2015

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa – Orientador / Presidente

  
Dra. Maria José dos Santos - Membro Externo ao Programa  
(Universidade Federal de Sergipe – DBI)

  
Prof. Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia - Membro Externo ao Programa  
(Universidade Federal de Sergipe – DQI)

  
Prof. PhD. Pedro Vieira de Azevedo – Membro Externo à Instituição  
(Universidade Federal de Campina Grande - PB – CTRN)

Thaiza Monteiro Paz de Araujo

**POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DA CHUVA E AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS EM POÇO REDONDO,  
SERGIPE**

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.



---

Thaiza Monteiro Paz de Araujo – Autora  
Universidade Federal de Sergipe



---

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa – Orientador  
Universidade Federal de Sergipe

*Àquele que jamais perde a  
esperança e a fé, o bom  
humor e a disposição. Ao  
forte homem sertanejo,  
dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Ele-Ela que nos inspira, ilumina e protege, que é Infinito Amor e Maior Inteligência e que com Sua imensa Misericórdia nos permite errar, aprender, reconstruir. Nos permite viver!

Aos meus pais pelo apoio e compreensão diária.

Aos amigos íntimos que escutaram pacientemente os lamentos sobre as dificuldades encontradas durante todo o percurso e também compartilharam a alegria dos sucessos de cada etapa concluída.

Aos amigos acadêmicos que participaram do processo em discussões, idéias, afetos e desafetos construtivos. Pelos encontros de amizades. Pelas idas ao quente sertão, de casa em casa, correndo de cachorros e rasgando roupas nas cercas de arame farpado, especialmente a Alane Rodrigues e Alexsandro Sanches que viveram isso comigo na prática.

Ao meu querido, sereno e competente orientador Inajá Francisco de Sousa pela dedicação indiscutível. Aos professores que contribuíram com as disciplinas e trocas de idéias mais descontraídas e não menos inspiradoras e construtivas pelos corredores.

Ao Sr. Rosalvo Victor, morador do povoado Garrote do Emiliano, que me ajudou nas descobertas e viagens de campo.

Ao querido e federal Sr. Amaral, motorista, professor, pesquisador e amigo de campo.

Ao ITPS e Laboratório de Química Ambiental da UFS pelo patrocínio das análises da água.

A CAPES pela bolsa cedida para a realização desta pesquisa.

A EMDAGRO pelo fornecimento dos dados.

A toda equipe do PRODEMA que nos proporcionou estrutura e oportunidade de concluir esta pesquisa.

*Meus sinceros agradecimentos!*

“... Senhor, eu pedi para o  
sol se esconder um tiquinho

Pedi pra chover, mas chover  
de mansinho

Pra ver se nascia uma planta  
no chão...”

(Luiz Gonzaga)



## RESUMO

O município de Poço Redondo está situado no Semiárido sergipano, às margens do rio São Francisco e igual a outras realidades não possui abastecimento de água em todos os povoados. Apresenta um clima característico de sertão, baixas taxas pluviométricas e chuvas concentradas em aproximadamente 4 meses com variações no tempo e espaço. Devido a isso o município tem sido assistido por programas do Governo através da implantação de sistemas de captação da água de chuva e cisternas para armazenamento. No entanto, além da disponibilidade de água é importante considerar a qualidade que ela é mantida durante o tempo de armazenamento, ou seja, é necessário que esse bem natural se caracterize por um padrão mínimo de qualidade uma vez que a água possui grande capacidade de dissolução e é excelente veículo transportador de diversas formas de substâncias ou microrganismos patogênicos que causam enfermidades. Diante deste panorama, o trabalho objetiva relacionar o regime pluvial com o potencial de captação da água de chuva e avaliar a qualidade da água armazenada em cisternas no município de Poço Redondo. Trata-se de uma pesquisa descritiva e exploratória com abordagens quantitativa e qualitativa. Utilizou-se estatística descritiva para o tratamento dos dados de chuva, metodologia Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater para análise microbiológica, determinou-se as características físico-químicas referentes ao pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, DBO e cor da água e foram realizadas entrevistas e aplicados questionários de campo junto às famílias e líderes comunitários. Com o desenvolvimento das metodologias obteve-se a precipitação média anual em Poço Redondo, a determinação da estação chuvosa, as frequências de anomalias com variações da normal climatológica e valores de déficit hídrico através do balanço hídrico climatológico. Foram estimados os volumes potenciais de captação de chuva para áreas de 40, 70, 100 e 200 m<sup>2</sup> e os respectivos déficits. Mesmo com contaminação por coliformes totais em 100% e de *Escherichia coli* em até 81,8% das amostras, não se podem comparar os benefícios de hoje possuir água em casa e a melhoria da qualidade da água quando comparada à de barragem que se consumia antes da chegada das cisternas. As famílias estão satisfeitas por terem as cisternas em suas casas, mas a preocupação com o abastecimento nos meses de estiagem e o monitoramento da qualidade da água ainda devem ser melhor trabalhados junto aos órgãos de gestão hídrica competentes e órgãos de saúde.

**Palavras-chave:** Semiárido sergipano; tecnologias sociais hídricas; qualidade da água

## ABSTRACT

The city of Poço Redondo is situated in the semiarid Sergipe, on the banks of the São Francisco River and equal to other realities has no water supply in all the villages. Shows a characteristic of backwoods climate, low rainfall rates and rainfall concentrated in about 4 months with variations in time and space. Because of this the city has been assisted by government programs through the implementation of rainwater harvesting systems and tanks for storage. However, addition of water availability is important to consider the quality that it is maintained during the storage time, that is, it is necessary that the natural property is characterized by a minimum quality standard since water has a high ability to dissolve and is excellent carrier vehicle various forms of substances or microorganisms pathogens that cause diseases. Given this scenario, the study aims to relate the rainfall patterns with the potential for rainwater capture and evaluate the quality of the water stored in tanks in the city of Redondo Well. This is a descriptive and exploratory research with quantitative and qualitative approaches. We used descriptive statistics for the treatment of rainfall data, Standard Methods for the Examination Methodology of Water and Wastewater for microbiological analysis, the physical and chemical characteristics for the pH was determined, electrical conductivity, total dissolved solids, BOD and color water and were interviewed and questionnaires applied field with families and community leaders. With the development of methodologies yielded the average annual rainfall in Redondo Well, the determination of the rainy season, the frequency of anomalies with variations of the climatological normal and water stress values through the climatic water balance. The potential volumes of rain catchment areas for 40, 70, 100 and 200 m<sup>2</sup> and their deficits were estimated. Even with total coliforms in 100% and *Escherichia coli* by up to 81.8% of the samples, one cannot compare the benefits of today have water at home and improving water quality when compared to the dam that was consumed before arrival tanks. Families are satisfied because they have tanks in their homes, but the concern with the supply in the months of drought and monitoring of water quality should be further worked with the competent bodies of water management and health agencies.

**Keywords:** Sergipe's semiarid; water social technologies; water quality

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização do município de Poço Redondo, Sergipe .....	41
Figura 2. Planejamento para as análises da água.....	48
Figura 3. Distribuição mensal da média, mediana e desvio padrão das chuvas em 30 anos de observação para Poço Redondo, Sergipe.....	54
Figura 4. Anomalia da precipitação pluviométrica anual no município de Poço Redondo, Sergipe.....	56
Figura 5. Balanço hídrico climatológico de 1982 a 2012 para o município de Poço Redondo, Sergipe.....	57
Figura 6. Extrato do balanço hídrico mensal no município de Poço Redondo, Sergipe.....	58
Figura 7. Áreas de captação da água de chuva por meio dos telhados.....	59
Figura 8. Cisterna-calçadão, do programa Uma Terra e Duas Águas .....	59
Figura 9. Relação entre os cenários de chuva, as áreas de captação e o volume potencial de captação de água de chuva.....	61
Figura 10. Relação entre o potencial de captação de chuva e o déficit para as áreas de 40, 70 e 100 m <sup>2</sup> , considerando consumo de água sugerida pelo P1MC.....	61
Figura 11. Relação entre o potencial de captação de chuva e o déficit para as áreas de 40, 70 e 100 m <sup>2</sup> , considerando valores de consumo de água sugerida pela ONU (durante meses de estiagem).....	62
Figura 12. Relação entre o potencial de captação de chuva e o déficit para as áreas de 40, 70 e 100 m <sup>2</sup> , considerando valores de consumo de água sugerida pela ONU (durante o ano).....	63
Figura 13. Relação do parâmetro pH entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. ....	71
Figura 14. Cisterna de placa de cimento, do Programa de Combate à Pobreza Rural (PROSPERAR).....	72
Figura 15. Cisterna de polietileno, do programa Água para Todos.....	72
Figura 16. Relação do parâmetro condutividade elétrica entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. ....	73
Figura 17. Relação do parâmetro sólidos dissolvidos totais entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. ....	74
Figura 18. Relação do parâmetro DBO entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe.....	76

Figura 19. Relação do parâmetro cor entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. ....	76
Figura 20. Sexo dos entrevistados no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	79
Figura 21. Cisternas fechadas em Poço Redondo, Sergipe. ....	79
Figura 22. Tipo de cisterna existente no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	80
Figura 23. Uso da água de cisterna no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	80
Figura 24. Captação e armazenamento da água da chuva em cisternas de Poço Redondo, Sergipe. ....	81
Figura 25. Preparo da cisterna antes do inverno no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	82
Figura 26. Limpeza periódica das cisternas no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	82
Figura 27. Desvio das primeiras águas de chuva das cisternas no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	83
Figura 28. Acompanhamento das instituições capacitadoras no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	83
Figura 29. Uso de baldes nas cisternas no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	84
Figura 30. Exclusividade de uso do balde nas cisternas no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	84
Figura 31. Tratamento da água de chuva antes de utilizar no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	85
Figura 32. Doenças relacionadas à água no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	85
Figura 33. Visita de agente de saúde no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	86
Figura 34. Visita da vigilância sanitária no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	86
Figura 35. Abastecimento com carro pipa no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	87
Figura 36. Procedência da água de carro pipa no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	87
Figura 37. Informações no carro pipa no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	88
Figura 38. Roça no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	89
Figura 39. Criação de animais no município de Poço Redondo, Sergipe. ....	90

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Relação entre os objetivos e as questões da pesquisa.....	39
Quadro 2. Valores de Coeficiente de Escoamento Superficial (C), segundo Villela e Mattos (1975) .....	44
Quadro 3. Checklist do material para as coletas de água nas cisternas .....	47
Quadro 4. Resultado das análises microbiológicas das águas de cisternas de placa de cimento, em Junho de 2013, no município de Poço Redondo, Sergipe .....	65
Quadro 5. Resultado das análises microbiológicas das águas de cisternas-calçadão, em Junho de 2013, no município de Poço Redondo, Sergipe.....	66
Quadro 6. Resultado das análises microbiológicas das águas de cisternas de placa de cimento, em Novembro de 2013, no município de Poço Redondo, Sergipe.....	67
Quadro 7. Resultado das análises microbiológicas das águas de cisternas-calçadão, em Outubro de 2013, no município de Poço Redondo, Sergipe .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores das médias, medianas e desvio padrão nos 30 anos de observação de chuva para o município de Poço Redondo, Sergipe.....	52
Tabela 2. Histórico de 30 anos de chuvas (mm) no município de Poço Redondo - Sergipe ...	53
Tabela 3. Valores da chuva (mm) em relação aos cenários propostos .....	60
Tabela 4. Volumes potenciais de captação de água de chuva, em litros .....	60
Tabela 5. Comparativo entre os resultados das análises microbiológicas correspondentes ao mês de Junho e Novembro de 2013 no município de Poço Redondo, Sergipe .....	68
Tabela 6. Resultados das análises físico-químicos de água de cisterna em Poço Redondo – Sergipe .....	70
Tabela 7. Valores máximos permitidos de DBO segundo Resolução 357/2005 Conama .....	75

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Cálculo amostral para a aplicação dos questionários por Barbetta (2006). .....	42
Equação 2. Cálculo para estimar o volume potencial de captação da água de chuva .....	43
Equação 3. Modelo empírico de estimativa da temperatura do ar: .....	45
Equação 4. Índices de aridez, umidade e hídrico calculados por Krishan, 1980 <i>apud</i> Varejão-Silva (2000). .....	45

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
Objetivo geral .....	20
Objetivos específicos.....	20
1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
1.1 Aspectos Climáticos do Semiárido .....	22
1.1.1. Principais Sistemas Meteorológicos que Determinam o Regime e Variabilidade Pluvial no Semiárido .....	24
1.2 Características do Semiárido Sergipano .....	26
1.3. Captação de Água de Chuva no Semiárido: Programas e Políticas.....	27
1.4. Cisternas como Tecnologia Social Hídrica.....	30
1.5. Qualidade da Água.....	34
2 METODOLOGIA.....	38
2.1. Procedimentos Metodológicos.....	40
2.1.1. Coleta de Dados .....	40
2.1.2. Universo da Pesquisa .....	40
2.1.3. Amostra da Pesquisa para aplicação de questionários .....	42
2.2. Regime Pluvial e Estimativa do Volume Potencial de Captação da Água de Chuva..	42
2.3. Balanço Hídrico Climatológico (BHC) e Classificação Climática.....	44
2.4. Análise da Qualidade da Água de Cisterna.....	46
2.5. Análise do Conteúdo.....	49
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	52
3.1. Regime Pluvial.....	52
3.2. Balanço Hídrico Climatológico e Classificação Climática.....	56
3.3. Estimativa do Potencial de Captação de Água de Chuva .....	58
3.4. Qualidade da Água.....	64
3.5. Questionário de Campo sobre a Percepção dos Moradores.....	78
4 CONCLUSÕES .....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95
APÊNDICE A – RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS .....	104



APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS MORADORES QUE POSSUEM CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE POÇO REDONDO/SE	115
--	-----

APÊNDICE C - ROTEIRO DE ENTREVISTA .....	118
--	-----

APÊNCICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	119
---	-----

## INTRODUÇÃO

## INTRODUÇÃO

A região semiárida do Nordeste brasileiro (NEB) possui características climáticas específicas que resultam, além de outras peculiaridades, na baixa disponibilidade de água para a população, altas temperaturas, baixa taxa pluviométrica com chuvas distribuídas irregularmente no tempo e no espaço ficando sujeita à secas na maior parte do ano. As diversas consequências relacionadas à baixa disponibilidade hídrica interferem diretamente na economia e na vida das populações sertanejas gerando um fator limitante ao desenvolvimento social, econômico e ambiental na região.

Em virtude da importância das chuvas, a precipitação pluvial compõe um dos elementos meteorológicos mais elementares tendo em vista o impacto ambiental que a anomalia desse componente provoca no clima regional, todavia, a ocorrência e distribuição das chuvas estão diretamente relacionadas aos diversos sistemas meteorológicos que determinam o regime e a variabilidade pluvial em certa região, além de outros fatores climáticos e geográficos como a latitude, o relevo e a temperatura da superfície do mar.

Parte do estado de Sergipe está inserida na Região Semiárida, área reconhecida pela legislação como sendo sujeita a repetidas crises de prolongamento de estiagens. As variações pluviométricas no Semiárido sergipano ocorrem em taxas inferiores a  $800 \text{ mm.ano}^{-1}$  decaindo para menos de  $500 \text{ mm.ano}^{-1}$ , segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH. Diante das características que ocasionam diversos problemas ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental no Semiárido, programas e políticas públicas de Governos financiam sistemas de captação da água da chuva e construção, ou distribuição, de cisternas para armazenamento da chuva.

A saber, a cisterna constitui uma tecnologia social hídrica utilizada para o depósito da água da chuva, onde a água que escorre dos telhados é direcionada e mantida no reservatório. Os tipos de sistema de captação são diversos e os tipos de cisternas variam de acordo com o material utilizado podendo ser de placa de cimento ou de polietileno, estando relacionadas à finalidade, ou seja, ao uso da água, que geralmente é para beber, cozinhar, lavar louças e roupas, agricultura e dessedentação de animais.

Atualmente os programas que mais se destacam no Semiárido sergipano são: o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), o Programa Uma Terra, Duas Águas (P1+2) e o Programa Água para Todos, ambos financiados pelo Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome.

Apesar de os programas de construção e distribuição de cisternas terem o objetivo de captar e armazenar água da chuva, as variabilidades na frequência e distribuição pluviométrica resultam em anos com longas estiagens e pouca precipitação, estimulando as famílias a adquirirem água através de carros-pipa seja pelo fornecimento através da defesa civil, seja comprando água através de particulares.

Contudo, além da disponibilidade hídrica, outro importante fator diz respeito à qualidade da água armazenada nas cisternas que envolvem questões referentes à saúde da população que consome esse recurso, uma vez que a água contaminada pode representar a transmissão de doenças de veiculação hídrica tais como a cólera, febre tifóide, disenteria bacilar, hepatite, diarreias, entre outros, e para evitar estas enfermidades é necessário o manejo contínuo e adequado da cisterna com tratamento ou desinfecção da água antes do consumo.

No que se refere à potabilidade da água para consumo humano a Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Outro dispositivo legal é a Resolução 357 do CONAMA que dispõe sobre classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e dá outras providências. Ambas as legislações possuem limites máximos permitidos sobre as características microbiológicas e físico-químicas da água potável.

Em uma visão integrada, as contribuições deste trabalho buscam encontrar diretrizes que possam ser incluídas na atual política dos recursos hídricos do Semiárido brasileiro, contribuindo assim para resolver problemas relacionados à água num contexto atual e futuro na vida da população sertaneja.

Optou-se por trabalhar no município de Poço Redondo, Sergipe, por ser uma região inserida no Semiárido nordestino, por apresentar um dos menores Índices de Desenvolvimento Humano do Estado, e por isso ser assistido pelos programas de convivência com o Semiárido financiados pelo Governo.

Diante da problemática geral sobre a dificuldade da disponibilidade e da possível baixa qualidade da água, o presente trabalho foi realizado através das seguintes questões de pesquisa:

- A quantidade de água da chuva captada e armazenada nas cisternas atende à demanda de consumo de água das famílias?
- A qualidade da água da cisterna é mantida ao longo do período de armazenamento?
- As famílias sertanejas estão satisfeitas por terem as cisternas em suas residências?

A partir da construção das hipóteses foram desenvolvidos o objetivo geral da pesquisa e os objetivos específicos a fim de testar as hipóteses construídas com base nas informações bibliográficas.

#### **Objetivo geral:**

Relacionar o regime pluvial com o potencial de captação da água de chuva, e avaliar a qualidade da água armazenada em cisternas no município de Poço Redondo, Semiárido sergipano.

#### **Objetivos específicos:**

- Identificar o regime pluvial para Poço Redondo;
- Estimar volumes potenciais de captação da água de chuva;
- Avaliar a qualidade da água armazenada nas cisternas no período de chuva e no período de estiagem e;
- Descrever a percepção das famílias sobre a captação da chuva e a satisfação sobre qualidade da água consumida.

# **CAPÍTULO 1**

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

## **1 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1.1 Aspectos Climáticos do Semiárido**

A climatologia é a ciência que se ocupa do estudo da distribuição dos climas sobre a superfície terrestre e suas relações com os restantes componentes do meio geográfico (PITA, 1997). Constitui um ramo da meteorologia, em seu sentido mais amplo, que se baseia na física experimental e na geografia. Para Pinto e Aguiar Netto (2008) a climatologia é um ramo da meteorologia que se ocupa em determinar as condições médias do tempo nas mais diversas regiões do globo terrestre e a pesquisar as causas das mudanças climáticas através das décadas, centenas e até milhares de anos. A meteorologia é a ciência física aplicada à atmosfera, produtora de informação básica indispensável à previsão do tempo, é conhecida como a atividade que realiza a previsão do tempo.

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) define diferenças entre tempo e clima, dentro da meteorologia. Sendo o tempo o estado físico das condições atmosféricas em um determinado momento e local. Isto é, a influência do estado físico da atmosfera sobre a vida e as atividades do ser humano. Enquanto que o clima refere-se ao estudo médio do tempo para um determinado período ou mês de certa localidade ou região. Inclui considerações sobre os desvios em relação às médias, variabilidade climática, condições extremas e frequências de eventos que ocorrem em determinada condição do tempo (INMET, 2014).

Os componentes do sistema climático constituem heterogêneos subsistemas termo-hidrodinâmicos, que possuem propriedades físicas distintas e apresentam fortes conexões entre si por meio de complexos processos que implicam fluxos de energia e estão governados pela radiação do Sol (CUADRAT, 1997). O fator latitude responde pelas diferenças na distribuição de energia; a função dos diferentes tipos de superfícies, das condições astronômicas do planeta Terra e a heterogeneidade de terras e águas são fatores de ordem geográfica que condicionam as diferenças climáticas da Terra (PINTO e AGUIAR NETTO, 2008).

Em regiões semiáridas o estudo da climatologia da precipitação contribui para a convivência do sertanejo com o ambiente, potencializando o desenvolvimento das atividades de agricultura, pecuária e comércio. A zona semiárida que abrange quase 1 milhão de km<sup>2</sup>, desde os litorais do estado do Ceará e Rio Grande do Norte até o médio São Francisco, corresponde às pluviometrias mais baixas e à base cristalina ou formações antigas, dentro do domínio tropical. As características climáticas aparecem retratadas no quadro natural pela

vegetação xerófitas (a caatinga), pelo escoamento hidrográfico intermitente e pelos solos pedregosos. O domínio do Semiárido não é homogêneo apresentando grande diversidade de um ponto para o outro (FILHO, 2003).

Jacomine (1996) dividiu o relevo da região semiárida em três áreas de acordo com a natureza do material originário que são as áreas de cristalino, áreas de cristalino recobertas por materiais mais ou menos arenosos e áreas sedimentares. Para Silva (2000) o relevo é muito variável o que contribui para um elevado número de grandes unidades de paisagem. A altitude média varia de 400 a 500m, podendo atingir até 1.000m. As áreas de encosta constituem 37% com 4% a 12% de inclinação e 20% de encostas com inclinação maior que 12%, determinando presença marcante dos processos erosivos nas áreas antropizadas.

Para as regiões tropicais, as precipitações pluviais representam o fator climático mais importante, uma vez que as estações do ano são distinguidas entre si pelo ciclo sazonal da pluviometria, evidenciando dois períodos bem definidos: o seco e o úmido. A seca nas áreas tropicais pode se estender por dois ou três anos. Por ser muito dinâmico não há uma regularidade fixa em termos de tempo atmosférico, e o homem apesar dos avanços técnicos ainda não tem controle sobre o mesmo. De uma forma geral, a seca é entendida como sendo a influência do suprimento de umidade das precipitações ou de umidade armazenada no solo para atender às necessidades hídricas ótimas das plantas, ocasionando graves problemas sociais e econômicos (PINTO e AGUIAR NETTO, 2008).

A região semiárida possui uma precipitação média anual em torno de 800mm, insolação média de 2.800 h.ano<sup>-1</sup>, temperaturas médias anuais de 23° C a 27° C, evaporação média de 2.000 mm.ano<sup>-1</sup> e umidade relativa do ar média em torno de 50%. Além da forte insolação e altas temperaturas, possui também regime de chuva marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período, em média, de três a quatro meses, representando volumes de água insuficientes nos mananciais para atender as necessidades da população (SILVA et. al., 2010).

Segundo Moura et. al, 2007oSemiárido brasileiro sempre estará sujeito a secas periódicas devido à ocorrência de chuvas irregulares e mal distribuídas geograficamente. Essa problemática está associada à posição geográfica da região Nordeste do Brasil e a fenômenos tais como: Dipolo do Atlântico que relaciona o monitoramento da temperatura da água do oceano atlântico, ao “El niño” pelo aquecimento das águas do oceano pacífico e à baixa umidade atmosférica.



A seca é um fenômeno climático que ocorre em uma região quando a precipitação, para determinado período de tempo, apresenta valores muito abaixo do normal climatológico. Embora não exista uma definição universal para a seca, esse fenômeno está sempre associado à deficiência hídrica, podendo ser avaliada em termos de duração, intensidade e variação espacial (BARRA et al., 2002).

#### 1.1.1. Principais Sistemas Meteorológicos que Determinam o Regime e Variabilidade Pluvial no Semiárido

A precipitação é o resultado final, já em retorno ao solo, do vapor d'água que se condensou e se transformou em gotas de dimensões suficientes para quebrar a tensão de suporte e cair. Essa água em trânsito entre nuvem e solo, chamada chuva, tem aparentemente regular seu aspecto quantitativo para cada local no globo, mas sua distribuição, durante o ciclo anual é declaradamente irregular (OMETTO, 1981).

Para a agricultura de sequeiro, aquela praticada sob a dependência da distribuição, a quantidade e intensidade das chuvas dependem de uma avaliação do regime pluviométrico que se faz necessário para o planejamento e manejo das atividades agropecuárias a serem adotadas pelo produtor, tais como o quê e quando plantar, e adequar a capacidade dos reservatórios para atender às demandas de água para os consumos humano e animal (PORTO et al., 2011).

Alguns estudos já determinaram a distribuição da precipitação para o Nordeste brasileiro (BARRA et al., 2002; SILVA e RAO, 2002; SOBRINHO et al., 2011; NÓBREGA et al., 2014) entretanto, por possuírem grande variabilidade anual, os eventos da precipitação dependem das características climáticas de cada região ou micro-região.

Filho (2003) destaca que a variabilidade das precipitações não se dá apenas nos totais anuais, em um mesmo ano ocorre alta variabilidade temporal e espacial, variabilidade intra-sazonal. Conforme Kousky (1979), a variabilidade climática da precipitação total de ano para ano é superior a 40% em diversas áreas no interior do NEB.

Nos estudos realizados por Marengo et al. (2011) os autores observaram que no norte da região semiárida o período chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro a maio e a estação seca ocorre entre os meses de agosto a outubro, na maior parte da região.

A formação das precipitações no Nordeste brasileiro (NEB) depende das atividades convectivas de mesoescala com a interação dos principais sistemas meteorológicos, sendo eles:

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é considerada como o principal sistema responsável pela ocorrência das precipitações no NEB no período de fevereiro a maio, seu posicionamento é de extrema importância para a intensidade das chuvas (DINIZ, 2013). De acordo com Xavier (2001), o posicionamento da ZCIT ao sul da linha do Equador contribui para o aumento de chuvas intensas no Semiárido. A ZCIT corresponde a uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. Sendo responsável por 70 a 80% da chuva que ocorre nesta região no período de fevereiro a maio (Kousky, 1980). O efeito da ZCIT sobre a região sobre o NEB foi estudado por diversos pesquisadores como Hastenrath e Heller (1977), Moura e Shukla (1981) e Uvo (1989).

Os Sistemas Frontais (SF's), popularmente conhecidos como frentes frias, contribuem com as ocorrências de chuvas no centro e sul da região do NEB. Kousky (1979) identificou uma maior atividade de frentes no sul da Bahia nos meses de novembro a março. Em trabalho de pesquisa realizado por Andrade (2005), o mesmo identificou algumas características das condições sinóticas associadas ao deslocamento dos sistemas frontais sobre o continente ou se desviando para o oceano. Os SF's representam o segundo principal sistema que contribui com as chuvas na região NEB.

Outro sistemas meteorológico importante na produção de chuvas na região do NEB são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis troposféricos (VCAN) que estimula a ocorrência de chuvas muito intensas, bem como estiagens, dependendo da posição em que o mesmo se encontre sobre o NEB. Estudos realizados por Kousky e Gan (1981), concluíram que a atuação dos VCAN's no NEB ocorrem principalmente na época do verão, sendo janeiro o principal mês de atuação desse sistema meteorológico. Ainda segundo os autores, a atuação do VCAN's está dependentemente relacionada à circulação geral da atmosfera e à intensidade e posicionamento do sistema Alta da Bolívia (AB).

Os Distúrbios de Leste (DL), também chamados de ondas de leste, estão associados ao aumento da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) podendo provocar chuvas intensas no leste da região NEB nos meses abril a agosto. Ratisbona (1976) observou que os DL's

apresentam seus máximos no mês de junho no NEB, e estudos realizados por Yamakazi e Rao (1977) observaram o deslocamento do sistema DL no sentido leste-oeste no Atlântico Sul.

As Linhas de Instabilidade se formam principalmente nos meses de dezembro a março, ou seja, no verão do hemisfério Sul. Gamache e House (1982) definiram as linhas de instabilidades como sendo um distúrbio do sistema que se propaga em mesoescala e gera bastante precipitação.

A TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico é a principal componente física que influencia diretamente nas condições climáticas do Nordeste. Estudos realizados por Santos e Brito (2007) identificaram possíveis mudanças do clima do NEB associadas às anomalias de TSM nos oceanos tropicais.

## **1.2 Características do Semiárido Sergipano**

O Estado de Sergipe localiza-se entre 9°31'S a 11°33'S e 36°25'W a 38°14'W, na faixa tropical e possui como problema climático principal a irregularidade espacial das precipitações pluviométricas decrescente do litoral leste para o sertão Semiárido (SEMARH-SE, 2014).

Em Sergipe, o Semiárido está inserido no Polígono das Secas e é formado pelos municípios de Canindé do São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Gararu, Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Feira Nova, Nossa Senhora Aparecida, Graccho Cardoso, Itabi, Carira, Ribeirópolis, Frei Paulo, Pinhão, Pedra Mole, Simão Dias, Poço Verde e Tobias Barreto.

O Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos do Estado de Sergipe informa que a precipitação média na região semiárida do estado é de menos de 700 mm.ano<sup>-1</sup>, com valores inferiores a 30 mm nos meses de verão. Para o Centro de Meteorologia da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH/SRH) a precipitação pluviométrica anual é inferior a 800 mm decaindo para menos de 500 mm. O período chuvoso é de abril a agosto com máximo concentrado em maio, junho e julho.

A atuação da ZCTI em Sergipe se dá principalmente entre março e abril, sendo que em muitos anos está presente de fevereiro a maio. Nos anos em que a ZCTI não se apresenta

sobre Sergipe nos meses de março ou abril, o estado sofre com a redução de chuvas, principalmente a região semiárida (LIMA e PINTO, 2012).

### **1.3. Captação de Água de Chuva no Semiárido: Programas e Políticas**

A variabilidade climática no Semiárido nordestino, em particular as relacionadas à seca, sempre foi sinônimo de agruras para as populações rurais no interior da região e tem sido objeto de preocupação da sociedade e de setores do Governo, ao longo dos anos, apesar de que, historicamente, a região Nordeste sempre foi afetada por grandes secas ou grandes cheias. Relatos de secas na região podem ser encontrados desde o século XVII, quando os portugueses chegaram à região. Entre os anos mais chuvosos na região destacam-se: 1985, 1974, 1964, 1967, 1986, 2009, 1989, 1988, 2004 e 1994 (MARENGO et al., 2011).

Silva et al. (2010) afirmam, o problema não é a baixa quantidade de chuva e sim, a ausência de informações, meios, recursos e de políticas públicas adequadas de apoio à população rural para captar, armazenar, e utilizar a água no período seco.

A Organização das Nações Unidas estabeleceu critérios onde um país que apresenta um potencial superior a  $10.000 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$  per capita, é considerado rico quanto à oferta hídrica; no caso específico do Semiárido, este valor chega a  $29.868 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ , portanto a região é rica em água; todavia ainda falta a melhoria das políticas públicas para uma distribuição e manejo melhores da água de chuva que cai na região (PORTO et al., 2011).

A prática de captação de água de chuva é uma técnica milenar, a qual é utilizada tradicionalmente em países como a China, Índia e Irã, onde há mais de dois mil anos já existem sistemas de captação de água de chuva comunitários (GNADLINGER, 2000).

Ao invés de um projeto grande e distante, a captação de água de chuva envolve muitos projetos pequenos em nível local e assim envolve um grande número de atores e usuários (stakeholders) reduzindo a responsabilidade dos atuais fornecedores públicos de água; e oferece um leque de tecnologias apropriadas para lidar com a oferta de água relativamente abundante, porém mal distribuída e associada a uma elevada taxa de evaporação (GNADLINGER, 2012).

Ainda assim, as estratégias para enfrentar a realidade da seca dependem da sensibilidade e do nível de responsabilidade do poder público de cada país para com o bem-estar de seus cidadãos e destes pelo nível de participação na gestão dos recursos hídricos (SANTOS et al. 2009).

No Semiárido brasileiro as áreas de captação dos reservatórios devem ser dimensionadas em função da variabilidade do total de precipitação média que ocorre em cada microrregião. A padronização de um mesmo tamanho de área de captação para todo o Semiárido pode incorrer em erros e alguns reservatórios podem não atingir o volume total dimensionado. Ou seja, considerar a frequência e a distribuição das chuvas no Semiárido e dimensionar a área de captação de água, são parâmetros de grande importância e que podem garantir, de forma acautelada, a disponibilidade de água para os sertanejos (SANTOS et al., 2012).

Há uma necessidade crescente de pesquisas que propiciem um melhor entendimento acerca do potencial de aproveitamento da água para a solução do abastecimento de água para o consumo humano no meio rural do Semiárido. Para Fernandes et al. (2012) a viabilidade do uso de sistemas de aproveitamento da água de chuva depende principalmente do regime de chuva local, necessitando dessa forma de análise particular para cada região (ANDRADE et al., 2014).

A situação que vive o povo sertanejo está claramente associada às características do clima da região, e remete ao apoio do Governo federal, estadual ou municipal, para auxiliar a convivência daquele com o ambiente. Esses incentivos estão relacionados aos programas do Governo em associação com Órgãos-não-governamentais (ONG's) e atuam com a inclusão de subsídios técnicos e educacionais que permitem certa independência das famílias para realizar atividades do cotidiano, como também em estratégias de economia.

Como a seca é uma consequência das características climáticas da região semiárida, o povo sertanejo sempre soube conviver com o clima que enfrenta, entretanto, com o passar dos anos, os períodos de estiagem se apresentam mais severos e mais longos. Devido a isto, o Governo federal apoia projetos e programas que auxiliam a convivência e a permanência das famílias no Semiárido, amenizando as dificuldades relacionadas ao acesso à água.

O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) surgiu no ano de 2003 e já construiu em torno de 500.000 mil cisternas de placas de cimento com a finalidade de captação e

armazenamento da água de chuva para os usos de beber e cozinhar. É uma das ações do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido da Articulação com o Semiárido (ASA), financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS).

As cisternas do PIMC têm capacidade de 16000 litros e constituem tecnologias onde as próprias famílias participam de todo o processo de construção, aprendendo e multiplicando para outras famílias. Possuem um custo final relativamente baixo, múltipla geração de renda como a aquisição de pedreiros, técnicos, capacitadores, equipes locais e pequenos comércios, além da realização e participação em cursos de capacitação em Gerenciamento de Recursos Hídricos e convivência com o Semiárido.

O PIMC visa o desencadeamento de um movimento de articulação e de convivência sustentável com o ecossistema do Semiárido, através do fortalecimento da sociedade civil, da mobilização, envolvimento e capacitação das famílias, com a proposta de educação processual. Possui o objetivo central de beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas em toda a região semiárida.

O Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), também executado pela ASA, visa promover a soberania, a segurança alimentar e nutricional, além de geração de emprego e renda às famílias agricultoras, através do acesso e manejo sustentáveis da terra e da água para a produção de alimentos pela captação e armazenamento da água da chuva por meio das cisternas-calçadão. Possuem uma área pavimentada de 200 m<sup>2</sup> construída sobre o solo, onde 300 mm de chuva são capazes de encher a cisterna de capacidade igual a 52000 litros (ASA, 2014).

Ambos os programas recebem financiamentos do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), através da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SESAN).

O Programa Água para Todos faz parte do Plano Brasil Sem Miséria financiado pelo MDS, é destinado a promover a universalização do acesso à água em áreas rurais para consumo humano e para a produção agrícola e alimentar, visando ao pleno desenvolvimento humano e à segurança alimentar e nutricional de famílias em situação de vulnerabilidade social. As cisternas de polietileno são reservatórios com capacidade de 16000 litros para a captação de água pluvial destinada ao consumo humano (MDS, 2014).

A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) é uma das executoras do Programa Água para Todos e implantou em torno de 172 mil cisternas de polietileno, nos estados de Bahia, Alagoas, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Pernambuco, Piauí e Sergipe (CODEVASF, 2014).

Neste sentido, o sucesso com o uso de Tecnologias Sociais Hídricas, a exemplo das cisternas, transformou-se em grande programa apoiado pelo Governo. Na verdade é o resgate de um costume antigo: a construção de cisternas para a captação de água de chuva (CHACON, 2007).

#### **1.4. Cisternas como Tecnologia Social Hídrica**

O termo “tecnologia social” surge após grande tempo de discussões e aprimoramento dos conceitos referente ao termo “tecnologia apropriada (TA)” por Dickson, (1974); Clarke (1976); Schumacher (1979). Mas para Willoughby (1990) a palavra “apropriada” significava que a tecnologia deveria se ajustar ou se adaptar a algum propósito ou uso específico, entretanto, a falta de critérios específicos fazia com que a expressão tecnologia apropriada fosse utilizada de modo inapropriado, pois sempre a tecnologia estará sendo apropriada a alguma coisa (RODRIGUES e BARBIERE, 2008).

Para Dagnino et al. (2004), o movimento TA era marcado pela diferenciação em relação à Tecnologia Convencional, utilizada pela empresa privada, que faz uso intensivo do capital e poupa mão-de-obra, e pode até mesmo agravar os problemas sociais e ambientais. Dessa forma, a TA era representada como um conjunto de técnicas de produção que utiliza de maneira ótima os recursos disponíveis de certa sociedade maximizando, assim, seu bem-estar (CORDEIRO et al., 2010).

No entanto, o movimento da TA recebe diversas críticas relacionadas ao conceito amplo e aberto, não havendo características específicas ao conceito; sobre o próprio termo “apropriada” que gerava o questionamento “apropriada a quê? a quem?”; por recusar-se a diálogos e articulações com outros atores sociais e; a associação que se fazia à TA como tecnologia atrasada, como relata Rodrigues e Barbieri (2008):

Uma crítica frequente às concepções tecnológicas desse movimento baseia-se na suspeita de que ele contribuiria para congelar as diferenças entre países pobres e ricos, constituindo, instrumentos dos últimos para manter os seus privilégios. A Terra não suportaria a universalização do padrão de consumo desses países, que se sustenta com a exploração dos ecossistemas além de suas fronteiras.

Assim, no início dos anos 80, após muitas críticas, acontece o enfraquecimento do movimento da TA, onde é feita uma revisão das suas propostas e surge o movimento da Tecnologia Social (TS) que se difere da TA principalmente no que diz respeito à ênfase sobre o processo de produção, e não ao produto, como destacava o movimento da TA. De acordo com Dagnino et al. (2004) a inovação não pode ser pensada em algo feito em um lugar e aplicado em outro, mas como um processo desenvolvido no lugar onde essa tecnologia vai ser utilizada, pelos atores que irão utilizá-las.

Com a discussão sobre os conceitos da TA e uma melhor visão sobre onde e como se deveria desenvolver tais tecnologias, e ainda, sobre a aplicabilidade, surge o movimento da TS que segundo afirma Ignacy Sachs (2009) é a elaboração e implementação de estratégias de desenvolvimento socialmente includentes e ambientalmente sustentável, voltadas sobretudo, a aqueles que estão na parte mais baixa da pirâmide social.

Neste foco de discussões sobre as TS's deve-se destaque à Rede de Tecnologias Sociais que objetiva difusão e reaplicação das TS's possibilitando a inclusão social, a geração de trabalho e renda, e a promoção do desenvolvimento local sustentável. Traz consigo o conceito de TS como sendo “produtos, técnicas e metodologias, reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social (RTS, 2009).

Diversos exemplos de tecnologias sociais foram e são aplicadas no mundo, como por exemplo, o soro caseiro que é uma mistura de água, açúcar e sal para combate à desidratação. Outro exemplo, e onde buscaremos focar, são as construções das cisternas de placa de cimento no Semiárido nordestino com a finalidade de captar e armazenar água de chuva nos meses de maior precipitação, e utilizar dessa água durante os meses de estiagem.

Sobre a associação entre cisternas e tecnologias sociais, Oliveira (2013) alude:



No caso brasileiro algumas destas TS tiveram êxito, se tornando inclusive em políticas públicas, como o caso das cisternas de placas, que se transformaram no projeto Um Milhão de Cisternas, que faz parte do Programa Fome Zero do Governo Federal. Cabe ressaltar que diferente das discussões sobre as TA, a participação da sociedade representada em alguns casos pelas Organizações Não-Governamentais – ONG's, ocupam um importante espaço nos debates, tanto no que diz respeito a formulação e implementação destas TS.

Nesse sentido, as inovações tecnológicas voltadas à captação, armazenamento e uso da água de chuva são capazes de ampliar a disponibilidade de água potável e proporcionar melhorias na dieta nutricional das famílias rurais (BRITO e CAVALCANTI, 2014). As tecnologias alternativas de convivência com o Semiárido crescem em números consideráveis e na medida em que tem sua eficácia comprovada, elas fortalecem o homem no campo. (AMORIM, 2014).

Contudo, apesar do Semiárido brasileiro apresentar longos períodos de seca, é também considerado o Semiárido mais chuvoso do planeta, com precipitação média anual de 750 mm, embora algumas áreas a precipitação média não ultrapasse os 400 mm anuais (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2012). Por isso as técnicas de captação e armazenamento da água de chuva no Semiárido tornam-se viáveis, contribuindo para a disponibilidade de água para o povo sertanejo.

A introdução de tecnologias sociais que manejam a água de chuva são definidas como tecnologias sociais hídricas, o que afirma Oliveira (2013): Por se tratar especificamente de tecnologias relacionadas à água, achamos por bem identificá-las como Tecnologias Sociais Hídricas - TSH. Este conceito, embora ainda esteja em construção, já nos permite tirar algumas conclusões, por isso consideramos as TSH como "um conjunto de técnicas, relacionadas à captação, armazenamento e manejo das águas de chuva, apropriadas pela população a partir de uma metodologia participativa, baseada nos próprios saberes locais e construídas a partir de um processo democrático tendo como finalidade a transformação social.

Dessa forma, as tecnologias de captação e manejo de água de chuva são técnicas que permitem interceptar e utilizar a água de chuva no local onde ela cai; que facilitam a água de chuva a se infiltrar no solo; ou que captam a água de escoamento de uma área específica (telhados, pátios, chão, rua e estradas) para depois ser armazenada em um reservatório

(cisterna ou solo) para uso futuro, seja doméstico, agrícola, dessedentação de animais ou ambiental (Gnadlinger, 2012)

Os reservatórios de armazenamento de água mais utilizadas no Semiárido sergipano são as cisternas de placa de cimento que é o reservatório para qual toda a água captada do telhado deve convergir; as cisternas-calçadão que possui uma superfície pavimentada no chão para captar e escorrer a água da chuva até a cisterna que também é feita de placa de cimento; e as cisternas de polietileno. Cada tipo de cisterna corresponde a uma finalidade que está diretamente associada ao uso da água.

Os usos da água de chuva captada referem-se ao consumo humano que podem ser para beber, cozinhar, lavar louças, tomar banho, ou referem-se à agropecuária sendo mais frequentes a irrigação e a dessedentação dos animais; ou ainda outros usos.

A água utilizada para consumo humano é também chamada de 'primeira água' e são utilizadas as cisternas de placa de cimento e as de polietileno que ficam ligadas às casas através de calhas e canos, disponibilizando assim o acesso a água no lugar de consumo, evitando o seu carregamento por grandes distâncias. Estas cisternas possuem uma capacidade de armazenamento de 16.000 litros de água.

Para os usos na agropecuária (segunda água) é utilizada a água da cisterna-calçadão que também é chamada de cisterna de produção e possuem uma capacidade de armazenamento de 52.000 litros de água. A cisterna de produção é constituída por uma área de captação de água de chuva, que é direcionada para um reservatório (cisterna) e uma área de produção. A área de captação pode ser tanto o telhado das edificações existentes, um solo cimentado, ou uma área de drenagem natural (BRITO e CAVALCANTI, 2014).

O dimensionamento da cisterna depende de fatores associados à pluviosidade da região, à quantidade de pessoas que irão consumir e aos principais usos da água. O tamanho da cisterna está em função da demanda de água, ou seja, do tamanho da área e das necessidades hídricas das culturas que se pretende irrigar (SANTOS et al. 2012).

### 1.5. Qualidade da Água

Embora as tecnologias sociais hídricas auxiliem na disponibilidade de água para a população do Semiárido, outro ponto de discussão é sobre a qualidade da água armazenada nas cisternas. Ou seja, não basta que uma população disponha de água em quantidade: é necessário que essa água se caracterize por um determinado padrão mínimo de qualidade. Os padrões de qualidade de água referem-se a certo número de parâmetros capazes de refletir, direta ou indiretamente, a presença efetiva ou potencial de algumas substâncias ou microrganismos que possam comprometer a qualidade da água do ponto de vista de sua estética e de sua salubridade (BRANCO et al., 2006).

Graças à sua extraordinária capacidade de dissolução e transporte das mais variadas formas de matérias, seja em solução, seja em fina suspensão, a água representa o veículo de toda sorte de impurezas. Estas, na forma de substâncias tóxicas ou de microrganismos patogênicos, atingindo o corpo humano externo ou interno, podem transmitir-lhes uma série de estados mórbidos e, naturalmente, indesejáveis. Tais microrganismos não se desenvolvem espontaneamente nos rios ou em outros corpos d'água, mas são introduzidos graças à prática do uso da água (BRANCO et al., 2006).

A composição da água de chuva, antes de atingir o solo, varia de acordo com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.), com a presença ou não de vegetação e também com a presença de carga poluidora. No aproveitamento da água de chuva, são usados os telhados e dependendo dos materiais utilizados em sua confecção, pode-se aumentar o nível de contaminação através de fezes de pássaros, fezes de ratos e outros animais, bem como poeiras, folhas de árvores, revestimento do telhado, fibrocimento, tintas, etc. Mas em geral, a água de chuva não possui dureza e pode ser usada em irrigação, processos industriais e piscinas (TOMAZ, 2003).

Embora a água seja uma substância muito complexa e por ser um excelente solvente, até hoje ninguém pôde vê-la em um estado de absoluta pureza. Quimicamente sabe-se que, mesmo sem impurezas, a água é uma mistura de 33 substâncias distintas. Entre as impurezas nocivas encontram-se vírus, bactérias, parasitos, substâncias tóxicas e, até mesmo, elementos radioativos (RICHTER e NETTO, 1991).

Embora autores, como por exemplo, Tomaz (2003) recomende que em hipótese alguma a água de chuva deverá ser usada para fins potáveis, devendo ser usada somente para descargas dos vasos sanitários, irrigação, lavagem de passeios e calçadas, para a realidade sertaneja não há muitas opções senão a captação da água de chuva para o consumo humano, como beber, cozinhar, banhar-se. Indispensável torna-se, então, os cuidados de higiene com todo o sistema de captação e armazenamento, como também do tratamento da água retirada das cisternas antes do consumo.

As grandes epidemias de doenças bacterianas de veiculação hídrica, como a febre tifóide e a cólera, que dizimaram populações na Europa, datam a partir de 1850. O Brasil é, na sua generalidade, um país com altos índices de doenças intestinais transmitidas pela água. Esses índices refletem nas elevadas taxas de mortalidade, em especial nas taxas de mortalidade infantil. É possível que a maior parte das afecções causadas por águas de má qualidade, não leve à morte, mas a um depauperamento quase permanente que se reflete no baixo rendimento e na frequente ausência ao trabalho. (BRANCO et al., 2006).

Ainda de acordo com o autor supracitado, do ponto de vista da salubridade, exige-se que a água não contenha patógenos ou substâncias químicas em concentrações tóxicas ou que possam tornar-se nocivas à saúde pelo uso continuado da água. Do ponto de vista estético, as exigências se referem a aspectos físicos e organolépticos que tornem a água repugnante ao consumidor, induzindo-o a usar água de melhor aparência, porém, sem controle de salubridade.

Dentre os principais exames físicos realizados para caracterizar o tipo de água tem-se: a cor, a turbidez, o pH, sabor e odor, temperatura e condutividade elétrica. Dentre as análises das características químicas da água tem-se os teste de alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, sulfatos e sólidos totais, oxigênio dissolvido, demanda de oxigênio e substâncias tóxicas (RICHTER e NETTO, 1991).

Dos parâmetros sintéticos que se tornaram "clássicos" e de uso generalizado em todo o mundo, podem ser citados o número mais provável de bactérias coliformes e a demanda bioquímica de oxigênio e, de uso mais recente e em fase de generalização, os bioensaios para determinação de toxicidade potencial, cujo uso ainda não foi oficializado no Brasil. (BRANCO et al., 2006).

Em águas de cisterna, algumas análises vêm sendo realizadas no Semiárido nordestino apontando contaminação por coliformes totais e a presença de *Escherichia coli*. No estudo realizado por Amorim (2001) foi encontrado contaminação microbiológica nas cisternas avaliadas em Petrolina, Pernambuco. O estudo realizado por Silva et al. (2012) confirmou a presença de coliformes termotolerantes em todas as amostras de água armazenada em cisterna no Semiárido baiano. Alves et al. (2012) detectaram a presença de coliformes totais e *E. Coli* em todos os pontos de coleta de água de cisternas no Semiárido pernambucano.

As normas de potabilidade para as águas de abastecimento são conhecidas como Padrões de Potabilidade. Nesta pesquisa os parâmetros de potabilidade a serem utilizados serão a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e a Resolução 357 do CONAMA que dispõe sobre classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e dá outras providências. Embora valha ressaltar que qualidade da água varia com o tempo, exigindo para o seu controle a realização de análises em diferentes épocas do ano, e só sua repetição poderá reduzir o efeito da variação dos resultados. (TOMAZ, 2003).

## **CAPÍTULO 2**

### **METODOLOGIA**

## 2 METODOLOGIA

Por envolver um estudo de caráter interdisciplinar, esta pesquisa apresenta distintos olhares sobre o objeto de pesquisa necessitando assim de uma metodologia flexível contemplando a abordagem quantitativa e qualitativa.

De acordo com Neves (1996) a triangulação é a combinação dos métodos que pode ocorrer onde as possíveis faltas de um método poderão ser compensadas pelo outro, pois apesar das diferenças entre os métodos os mesmos não são excludentes, contribuindo para o processo de análise dos dados.

Como afirma Lakatos e Marconi (2002) no método quantitativo os pesquisadores valem-se de amostras amplas e de informações numéricas. A abordagem qualitativa visa analisar e interpretar aspectos mais profundos onde descreve a complexidade do comportamento humano.

A natureza deste trabalho refere-se à pesquisa aplicada que objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução dos problemas específicos ligados, neste caso associados à chuva e escassez de água, envolvendo verdades e interesses locais.

A pesquisa é exploratória buscando proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Também é uma pesquisa descritiva que exige uma série de informações que se deseja pesquisar, pretendendo descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 2008).

Quanto aos procedimentos metodológicos utilizou-se da pesquisa bibliográfica durante todo o período do estudo, em obras científicas que exploram o assunto de forma semelhante, objetivando identificar informações importantes para estruturar e discutir os resultados; Pesquisa documental, onde segundo Fonseca (2002) *apud* Gerhard e Silveira (2009) recorre-se a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias e etc.; Pesquisa de campo através de levantamento amostral para a coleta de dados junto aos moradores da região em estudo; e análises e procedimentos laboratoriais.

Com base no conhecimento do(s) problema(s) e após determinar as hipóteses, foi gerado um quadro para nortear o desenvolvimento da investigação sobre os objetivos da pesquisa, a saber:

	OBJETIVOS	QUESTÕES DA PESQUISA
<b>GERAL</b>	Relacionar o regime pluvial com o potencial de captação da água de chuva, e avaliar a qualidade da água armazenada em cisternas no município de Poço Redondo, Semiárido sergipano.	Qual a quantidade de água da chuva que pode ser captada e qual a qualidade da água armazenada?
<b>ESPECÍFICOS</b>	Identificar o regime pluvial para Poço Redondo	Qual o regime pluvial em Poço Redondo?
	Estimar volumes potenciais de captação da água de chuva	Qual a capacidade de captar a chuva?
	Avaliar a qualidade da água armazenada nas cisternas no período de chuva e no período de estiagem.	A qualidade da água armazenada nas cisternas é mantida ao longo dos meses?

Quadro 1. Relação entre os objetivos e as questões da pesquisa.

Sendo assim, na abordagem quantitativa deste trabalho foram utilizados dados de chuva através de um banco de dados onde valores, cálculos estatísticos e gráficos foram organizados e confeccionados em tabelas do programa Excel. Realizou-se estatística descritiva das séries pluviométricas e de posse das medidas de tendência central e de dispersão foi estabelecido o regime de precipitação pluvial.

Na abordagem qualitativa buscou-se compreender o sentimento, a percepção e os hábitos dos moradores diante das características das chuvas locais e das tecnologias sociais hídricas implantadas, através da aplicação de questionários e entrevistas de campo baseando-se no método dialético onde se considera que os fatos não podem ser considerados fora de um contexto social, as contradições se transcendem dando origem a novas contradições que requerem soluções.



## 2.1.Procedimentos Metodológicos

Diversos aspectos constituíram a coleta de dados para este trabalho, tais quais: a análise em banco de dados, observação sistemática, análises laboratoriais, aplicação de questionários, entrevistas semi-estruturadas, diário de campo, registros fotográficos e análise estatística para análise dos dados.

### 2.1.1. Coleta de Dados

As primeiras atividades de campo foram realizadas de forma exploratória, junto aos líderes das comunidades visando conhecer o problema na região, conforme indica Triviños (2008). Dessa forma, buscou-se fazer um levantamento do problema através de entrevistas e estabelecer os principais questionamentos para nortear a pesquisa geral e buscar as prioridades de soluções.

As entrevistas semi-estruturadas e os questionários de campo foram elaborados com o objetivo de coletar informações sobre a percepção dos moradores e beneficiários de cisternas em relação à chuva na região, à captação, uso e manejo da água de cisterna no município de Poço Redondo, Sergipe.

Foram elaboradas questões abertas e fechadas relacionadas aos aspectos sobre a chuva e utilizou-se como critério as famílias que possuíam cisternas de consumo e cisternas do tipo calçadão nas residências. As entrevistas e os questionários foram aplicados de forma direta. Os roteiros encontram-se relacionados no Apêndice deste trabalho.

### 2.1.2.Universo da Pesquisa

Para esta pesquisa foi estabelecido como recorte geográfico o município de Poço Redondo, com uma população de aproximadamente 33.358 habitantes, território de 1.232 km<sup>2</sup> (IBGE, 2014), inserida na Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco e compreendida entre as coordenadas geográficas Lat.: 9° 48' 23,75" S; Long.: 37° 41' 00,47" O e Alt.: 182m conforme a **Figura 1**.

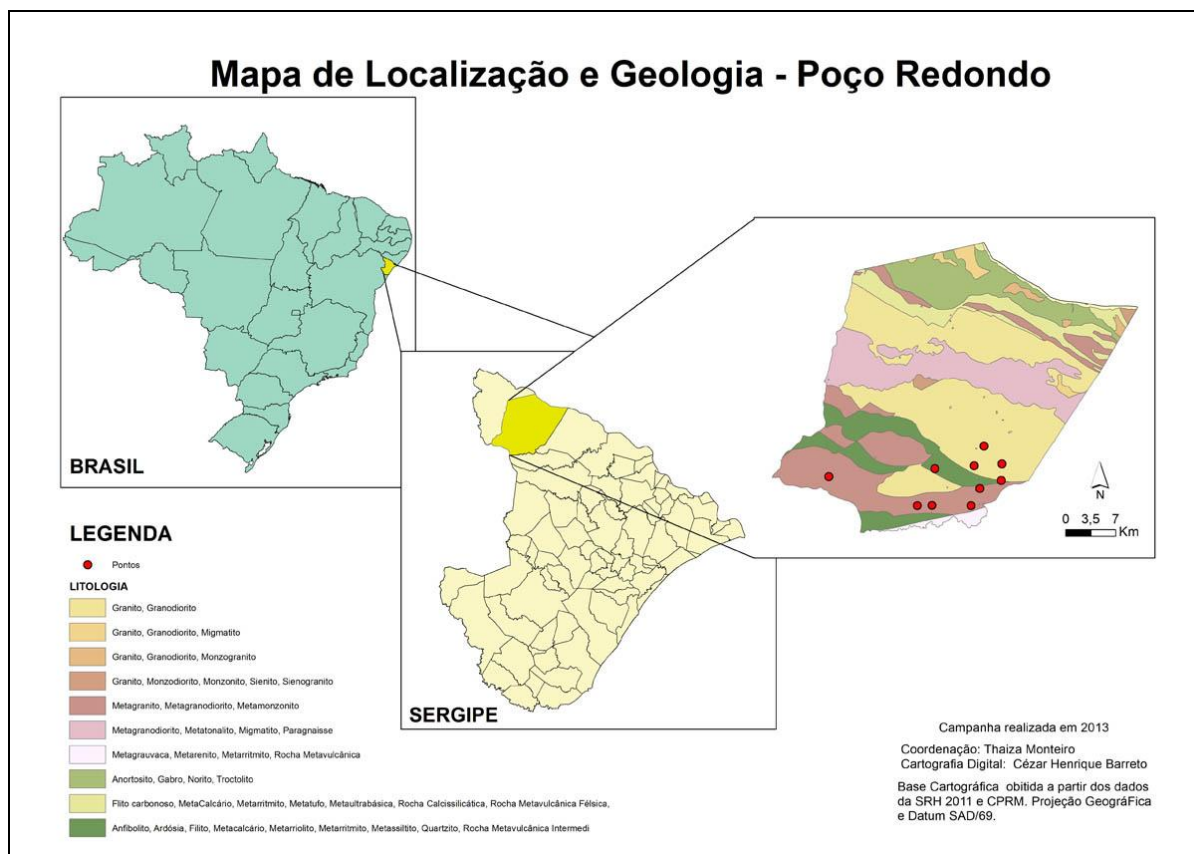


Figura 1. Mapa de localização do município de Poço Redondo, Sergipe. Fonte: Mapa elaborado por Barreto, 2013. • Pontos de coleta

Os povoados estudados estão localizados na porção sul do município, situando-se nos pontos mais distantes da margem do rio São Francisco. Na porção sudoeste do município encontra-se o ponto máximo do Estado, a Serra Negra, com 750m de altitude (França, 2003).

Poço Redondo possui o menor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) do estado de Sergipe, com valor de 0,529. Possui 2.788 unidades de estabelecimentos agropecuários totalizando uma área de 96.302 hectares (IBGE, acesso 2015).

Devido à grande extensão do município foram selecionados onze povoados para a aplicação dos questionários e para a coleta de água com posterior análise. Os povoados foram georreferenciados, sendo eles: Ana Patrícia 2, Caldeirão/Pedrinhas, Garrote, Lagoa do Canto, Lagoa Dantas, Lagoa Grande, Salitrado, Santa Rosa do Ermírio, Serra da Guia, Pedra Grande e Poço Preto. Após o georreferenciamento foi elaborada a construção de mapas de caracterização no programa ArcGis 10.2.1.

### 2.1.3. Amostra da Pesquisa para aplicação de questionários

O cálculo amostral para a aplicação dos questionários e realização das entrevistas semi-estruturadas foi definido segundo a fórmula sugerida por Barbetta (2006), conforme demonstrado a seguir pela **Equação 1**.

$$n = \frac{N \times n_0}{N + n_0} \quad (1)$$

$$n_0 = 1 \div E_0^2$$

Onde:

N = número de habitantes (que possuem cisternas)

n = amostra mínima

n<sub>0</sub> = aproximação do número da amostra

E<sub>0</sub> = erro tolerável = 0,05 (probabilidade de acerto em 95%)

A obtenção dos dados sobre o número de cisternas na região de Poço Redondo foi cedida pelas empresas que trabalharam na construção e nos cursos de capacitação, através de contato direto, sendo elas: a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA - Sergipe), o Centro Dom José Brandão de Castro (CDJBC), Associação Mãos no Arado de Sergipe (AMASE) e a Companhia de Desenvolvidos dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

## 2.2. Regime Pluvial e Estimativa do Volume Potencial de Captação da Água de Chuva

Para a determinação da variabilidade temporal da precipitação utilizou-se uma série de dados de precipitação mensal referente aos anos de 1982 a 2012, totalizando 30 anos de dados. As séries de dados mensais e anuais de precipitação pluvial do município de Poço Redondo foram cedidas pela Empresa de Desenvolvimento Agropecuária do Estado de Sergipe (EMDAGRO).

Com posse da distribuição de frequência, os dados brutos (originais) foram arranjados em classes ou categorias, sendo determinados os intervalos e amplitudes de classe, os pontos médios de cada classe, com suas respectivas frequências, histogramas e polígonos de frequência, mediante critérios estatísticos propostos por Assis et al. (1996) *apud* Almeida & Gomes (2011).

O agrupamento dos dados mensais e anuais de precipitação pluvial foi realizado utilizando a distribuição de frequência, obedecendo à sequência cronológica. Em seguida determinou-se as medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (amplitude e desvio padrão). As médias da precipitação pluvial e dos desvios padrão foram calculadas pela média aritmética.

O critério utilizado para o estabelecimento da estação chuvosa foi a da sequência de meses com os maiores valores medianos (mediana da série).

Para estimar os volumes potenciais de captação de água de chuva, após a determinação do regime pluvial, foram estabelecidos quatro tamanhos de áreas de captação referente aos telhados das casas dos moradores sendo os estratos escolhidos: 40, 70, 100 m<sup>2</sup> e da área pavimentada da cisterna calçada de 200 m<sup>2</sup>. Em seguida foram selecionados sete cenários de precipitação: a média do período, a mediana, o máximo, o mínimo e aos níveis de probabilidade 25%, 50% e 75% de chuva.

O cálculo utilizado para estimar o volume potencial de captação da água de chuva é uma relação entre a área de captação, a precipitação e o coeficiente de escoamento, expresso através da **Equação 2:**

$$VPC = P \times Ac \times C \quad (2)$$

onde:

VPC – é o volume potencial de captação (L)

Ac – é a área de captação do telhado ou da calçada (m<sup>2</sup>)

P – é a precipitação média do cenário (mm)

C – é o coeficiente de escoamento superficial (adimensional)

O coeficiente de escoamento superficial (C) foi utilizado de acordo com Villela e Mattos (1975) conforme expresso no **Quadro 2**:

Natureza da superfície	Valores de C
Telhados perfeitos, sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas e em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentações de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,75 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentações de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulhos	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estrada de ferro e terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e campinas, dependendo da declividade do solo e natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Quadro 2. Valores de Coeficiente de Escoamento Superficial (C), segundo Villela e Mattos (1975)

Os cálculos, análises estatísticas, confecção de gráficos, quadros e tabelas foram realizados utilizando planilhas do aplicativo Microsoft Excel 2010.

### 2.3. Balanço Hídrico Climatológico (BHC) e Classificação Climática

O balanço hídrico climatológico (BHC) representa a computação das entradas e saídas dentro do sistema hidrológico com o objetivo de estabelecer a variação de armazenamento, e consequentemente, a disponibilidade de água no solo, uma vez que a chuva representa o principal meio de entrada do sistema.

O BHC foi desenvolvido inicialmente com o objetivo de caracterizar o clima de uma região por Thornthwaite na década de 40, posteriormente este método passou a ser utilizado para fins agronômicos dada a grande inter-relação da agricultura com as condições climáticas (SENTELHAS e ANGELOCCI, 2009).

Para a determinação do BHC, além dos dados sobre a precipitação, foram necessários os dados da temperatura da região em estudo.

A temperatura do ar (média, mínima e máxima) do posto de Poço Redondo – SE foi estimada através do software denominado Estima\_T desenvolvido por Cavalcanti et al (2006),

que utiliza as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) e Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM) do oceano Atlântico.

O modelo empírico de estimativa da temperatura do ar é uma superfície quadrática conforme a **Equação 3**:

$$T_{ij} = a_0 + a_1\lambda + a_2\varphi + a_3h + a_4\lambda^2 + a_5\varphi^2 + a_6h^2 + a_7h\varphi + a_8\lambda h + ATSM_{ij} \quad (3)$$

onde:  $a_0$  ....  $a_9$  são coeficiente de regressão,

$\lambda$  é longitude,

$\varphi$  é a latitude em graus,

$h$  a elevação de cada posto analisado em metros.

Os índices  $i$  e  $j$  indicam, respectivamente, o mês e o ano para o qual se está calculando a temperatura do ar ( $T_{ij}$ ). Assim, o sinal da  $ATSM_{ij}$  assume valores positivos e negativos de acordo com o padrão de comportamento da TSM do oceano. As temperaturas médias, máximas e mínimas do Nordeste do Brasil são mais bem correlacionadas com as ATSM's do oceano Atlântico Sul.

Após a determinação da temperatura e com base nos dados de precipitação foi calculado o BHC segundo metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), utilizando planilha Excel e seguindo o roteiro elaborado por Rolim e Sentelhas (1999).

A classificação climática foi determinada utilizando-se o enfoque empírico que apoia-se na configuração climática observada, e que pode ser baseada em um só elemento climático ou na combinação de vários elementos. O critério temperatura, por exemplo, deve produzir tipos climáticos como quente, frio, temperado, etc., que podem ser definidos por limites puramente matemáticos (VIANELLO e ALVES, 1991). Para os cálculos matemáticos foram utilizados os índices de aridez (Equação 4), umidade (5) e hídrico (6) calculados por Krishan, 1980 *apud* Varejão-Silva (2000).

$$- \text{Índice de aridez: } Ia = \frac{110 DEF_A}{EP_{OA}} \quad (4)$$

$$- \text{Índice de umidade: } Iu = \frac{100 EXC_A}{EP_{OA}} \quad (5)$$

$$- \text{Índice hídrico: } Im = Iu - Ia \quad (6)$$

Onde:

DEF – é a estimativa da deficiência hídrica

EP<sub>O</sub> – é a evapotranspiração de referência estimada

EXC – é o excedente hídrico

A – indica totais anuais

Os resultados dos índices foram comparados com base nos índices climáticos proposto por Thornthwaite e Mather (1955), definindo-se assim a classificação climática para a região em estudo.

## 2.4. Análise da Qualidade da Água de Cisterna

As coletas de água foram realizadas nas cisternas de consumo e nas cisternas de produção (calçadão). A água de consumo refere-se aos usos dentro das residências sendo os principais: beber, cozinhar, lavar pratos e tomar banho. Já a água da cisterna-calçadão está mais relacionada à produção agrícola (irrigação) e à dessedentação de animais.

Para cada ida ao campo foi feito um planejamento com o objetivo de definir as atividades de coleta, manuseio e transporte visando assegurar a obtenção das informações necessárias de forma precisa e maximizar o trabalho no campo. Nesta etapa foi determinado o percurso, os pontos de coleta e a disponibilidade do laboratório em receber as amostras coletadas de modo a manter a preservação das mesmas.

Para cada coleta de amostra foi feito um *checklist* antes da partida para se manter um acerto sobre o material e equipamentos necessários para a realização das coletas. O modelo de *checklist* utilizado está expresso no **Quadro 3** e foi adaptado segundo o Manual Técnico para Coleta de Amostras de Água (2009).

LISTA DE MATERIAIS	CHECK	LISTA DE MATERIAIS	CHECK
<b>Documentação</b>		Etiquetas de vedação (lacre)	
Mapas da área		<b>Equipamentos de segurança</b>	
Caderno de campo		Óculos de sol	
<b>Equipamentos de coleta</b>		Bonés	
Frascos âmbar		Protetor solar	
Etiquetas de identificação		Tênis fechado	
Toalha		Antisséptico para as mãos	
Canetas e lápis		<b>Outros</b>	
<b>Acondicionamento e transporte</b>		Máquina fotográfica	
Caixa isopor		Carregadores	
Gelo		GPS / baterias	
Fita adesiva (vedação da caixa)		Termômetro digital portátil	
<b>Outros:</b>			

Quadro 3. Checklist do material para as coletas de água nas cisternas

Foram feitas duas campanhas de coletas de água das cisternas sendo uma realizada em Junho de 2013, onde foi considerada a época de chuva, e outra em Novembro de 2013 caracterizada como mês de estiagem na região. Devido à grande distância entre os povoados a amostragem não pôde ser representada estatisticamente, tendo sido determinada pela disponibilidade de acesso e pela quantidade de análises disponibilizadas pelo instituto de análise.

Optou-se por fazer coletas das águas em cisternas de povoados diferentes para que não houvesse risco de repetição dos resultados devido ao fato de que nos meses de estiagem as famílias de uma mesma comunidade se reúnem para comprar água de caminhão-pipa e abastecer as cisternas das residências ou ainda, a própria defesa civil envia caminhões-pipa para o abastecimento. Sendo assim foram coletadas águas de cisternas de 11 povoados, onde 4 destes povoados também possuíam cisternas-calçadão (produção).



As amostras coletadas foram encaminhadas ao Instituto de Tecnologia e Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS), onde foram realizadas as análises microbiológicas da água utilizando a metodologia de análise da água Standard Methods for the Examination of Water na Wastewater (SMEWW), publicação da American Public Health Association (APHA), American Water Works (AWWA) e Water Environment Federation.

Os resultados das análises microbiológicas foram comparados aos limites estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O planejamento, execução de procedimentos de amostragem e análise laboratorial para as análises físico-químicas foram realizados seguindo o Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico-Químico da Água (2011) representado pela **Figura 2**.

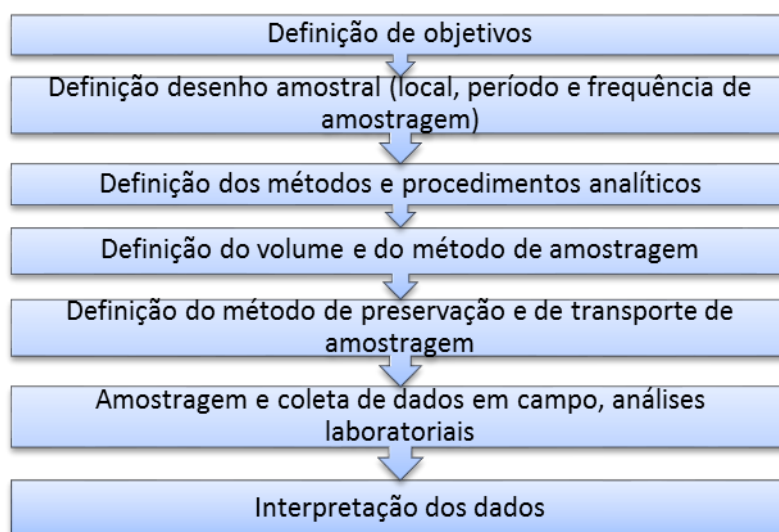


Figura 2. Planejamento para as análises da água

As análises físico-químicas das águas de cisternas foram realizadas no Laboratório de Química Ambiental da Universidade Federal de Sergipe. Os parâmetros selecionados para análise foram: pH, condutividade elétrica, cor, DBO e sólidos dissolvidos totais (STD).

Para a determinação do pH utilizou-se o método potenciométrico e o uso de peagâmetro que consiste basicamente em um eletrodo de referência, um eletrodo indicador e um dispositivo de medida de potencial, onde o valor gerado quando o eletrodo é mergulhado na amostra é dado em milivolts e convertido à escala de pH de 0 a 14.

Para a determinação da condutividade elétrica foram utilizados condutivímetros, que se baseiam na intensidade da corrente elétrica que circula entre os eletrodos, localizados nas células de medição, imersos nas amostras e expressos em  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ou  $\text{MS.cm}^{-1}$ .

Os sólidos totais dissolvidos foram estimados através da conversão da medida da condutividade elétrica, onde a C. E. é multiplicada por um fator de conversão que varia de 0,54 a 0,96. A maioria dos instrumentos de medidor de condutividade (condutivímetro) faz a conversão.

A análise da DBO foi realizada de acordo com o método da incubação por cinco dias, à temperatura de 20°C, na ausência de luz. O parâmetro cor foi medido através de fotômetro medidor, que utiliza o método Platinum Cobalt considerado o método padrão de medição de cor de água potável e águas naturais. Os resultados foram expressos em leituras digitais, com valores variando de 0 a 500 PCU.

Os resultados das análises foram comparados aos limites da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e da Resolução 357 do CONAMA que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e dá outras providências.

## **2.5. Análise do Conteúdo**

Para a análise e interpretação das informações, buscou-se verificar as relações existentes entre os diversos dados coletados. Dessa forma, as informações sobre os dados de chuva, a quantidade de chuva captada e a qualidade da água foram cruzadas com as entrevistas e questionários de campo, ou seja, buscou-se a relação entre os dados técnicos de chuva e de qualidade da água com a percepção e os sentimentos dos moradores poço-redondenses em relação à chuva na região.

A análise de conteúdo se presta para o estudo das motivações, atitudes, valores, crenças e tendências. Envolve um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando identificar as relações entre os fenômenos com a interpretação dos dados recorrendo a modelos conceituais (BARDIN, 2008) e além de desvendar ideologias que podem existir nos dispositivos legais, princípios e diretrizes que à simples vista, não se apresentam com a devida clareza (TRIVIÑOS, 2008).

Dessa forma, além da elaboração de tabelas e gráficos gerados em planilhas Excel para os dados de chuva, os questionários e entrevistas foram tabulados e processados no programa computacional IBM SPSS Statistics.

## **CAPÍTULO 3**

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Regime Pluvial

O estudo da distribuição da chuva auxilia, entre outros fatores, na determinação do fracasso ou sucesso da agricultura de sequeiro, e na melhoria da aplicação dos projetos executados no Semiárido visando à captação da água da chuva.

O conhecimento sobre os meses de maior precipitação de uma região semiárida pode auxiliar o sertanejo a fazer captação da chuva com melhor eficácia, preparando a cisterna e todo o sistema de captação para o armazenamento da chuva. Com a determinação dos meses de menor, ou nenhuma precipitação, pode-se auxiliar as atividades de gestão governamental de apoio às famílias que sofrem com a escassez hídrica durante a estiagem, ou seja, melhorar o planejamento hídrico da região.

Dessa forma, para a determinação do regime pluvial do município de Poço Redondo realizou-se a análise dos valores mensais e anuais de chuvas de 30 anos de dados expostos na **Tabela 2**. Utilizou-se a estatística descritiva, que visa uma análise exploratória dos dados isolando os valores e padrões mais relevantes e estáveis patenteados pelo conjunto de dados do estudo.

Os valores das médias, medianas e desvio padrão dos 30 anos de observação foram calculados e estão representados na **Tabela 1**:

Tabela 1. Valores (em mm) das médias, medianas e desvio padrão nos 30 anos de observação de chuva para o município de Poço Redondo, Sergipe

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Média</b> (mm)	58,9	38,68	51,78	61,07	69,12	79,02	70,33	36,14	22,69	11,91	17,33	21,25
<b>Mediana</b> (mm)	15	11,3	41,6	43,3	53	57	64	32,99	20,5	0	5,6	4,5
<b>Desvio</b> <b>Padrão</b> (mm)	115,26	50,9	48,17	54,63	50,93	68,24	42,77	19,81	18,92	18,94	22,51	35,96

Tabela 2. Histórico de 30 anos de chuvas (mm) no município de Poço Redondo - Sergipe

<b>ANO</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abril</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>1982</b>	0	16,3	0	40,2	54,3	23,5	10,3	12,8	0	0	0	21
<b>1983</b>	46,3	114,8	41,6	43,3	0	10,7	6,3	32,3	0	0	0	0
<b>1984</b>	0	4,2	59,8	65	62,3	11,4	80,8	42,3	46,5	0	0	0
<b>1985</b>	118,4	44,0	82,7	173,9	49,9	82,2	111,6	62,5	27,8	0,0	5,6	121,6
<b>1986</b>	19,3	11,3	111,0	55,3	130,0	44,0	112,0	33,0	54,0	57,1	62,5	4,5
<b>1987</b>	4,0	20,1	41,5	68,0	32,5	66,5	64,0	45,0	5,5	0,0	0,0	0,0
<b>1988</b>	0,0	2,0	94,5	170,0	119,0	203,5	132,5	33,0	27,2	23,0	26,0	67,0
<b>1989</b>	2,2	0,0	43,2	66,0	134,0	107,9	165,8	36,1	13,0	5,5	81,1	133,0
<b>1990</b>	11,0	46,5	36,0	25,5	29,3	56,0	67,2	44,7	27,1	9,5	33,0	3,0
<b>1991</b>	0,0	0,0	83,0	5,0	132,8	75,0	61,4	34,0	20,6	0,0	64,0	28,9
<b>1992</b>	135,3	207,6	128,3	33,1	0,0	71,2	109,3	27,1	25,5	0,0	2,7	61,2
<b>1993</b>	30,8	8,3	0,0	16,6	31,9	57,0	36,3	33,1	12,1	48,0	5,0	2,1
<b>1994</b>	0,9	8,4	107,4	41,9	42,3	298,5	70,3	27,1	20,5	15,0	0,0	21,0
<b>1995</b>	15,0	0,0	13,5	60,5	53,0	125,0	98,0	27,0	10,0	0,0	14,0	0,0
<b>1996</b>	12,5	0,0	0,0	177,5	31,5	95,0	51,5	65,0	0,0	0,0	16,0	12,0
<b>1997</b>	241,0	64,0	196,0	156,5	126,0	46,3	44,5	35,0	0,0	6,0	23,5	5,0
<b>1998</b>	14,0	0,0	21,0	10,0	9,5	93,0	46,0	17,0	10,0	0,0	0,0	0,0
<b>1999</b>	0,0	7,0	0,0	11,5	94,5	57,0	64,5	25,5	18,0	48,5	36,0	8,0
<b>2000</b>	76,9	61,5	15,0	55,0	43,5	67,8	18,3	24,8	41,8	0,0	27,3	6,0
<b>2001</b>	0,0	10,2	5,0	1,0	5,4	28,0	41,3	40,6	21,5	62,6	13,2	44,2
<b>2002</b>	215,2	142,5	49,5	12,0	155,0	55,0	59,0	22,3	16,0	0,0	0,0	0,0
<b>2003</b>	35,5	17,5	18,2	38,0	79,3	52,2	11,0	95,0	66,0	32,4	56,5	3,0
<b>2004</b>	587,0	103,1	6,0	21,5	84,0	174,5	69,1	17,0	5,0	0,0	22,5	0,0
<b>2005</b>	58,0	84,0	116,5	90,0	150,0	251,9	186,5	74,5	36,5	0,0	0,0	87,5
<b>2006</b>	0,0	0,0	75,0	70,8	46,8	71,9	122,6	6,5	72,3	27,8	20,7	0,0
<b>2007</b>	14,4	102,6	64,0	61,9	79,9	21,1	60,1	41,9	33,1	0,0	0,0	13,7
<b>2008</b>	68,8	65,3	82,7	38,2	46,3	23,3	66,5	26,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>2009</b>	0,0	1,3	0,0	16,9	185,3	56,5	50,6	73,9	17,7	0,0	0,0	0,0
<b>2010</b>	57,0	39,2	30,8	175,9	36,3	77,3	63,3	20,0	38,8	6,0	0,0	16,2
<b>2011</b>	27,3	8,5	80,0	88,9	91,4	23,0	67,5	18,7	16,0	23,1	27,8	0,0
<b>2012</b>	36,5	9,0	3,3	3,5	7,0	23,5	32,3	26,5	21,0	4,8	0,0	0,0

Fonte: EMDAGRO, 2013

A distribuição mensal da média, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial para o município de Poço Redondo estão expressos na **Figura 3**. Verifica-se que nos meses de outubro a fevereiro o desvio padrão está acima da média ou da mediana, isso implica dizer que as precipitações mensais apresentam flutuações significativas ao longo do ano, ou seja, qualquer valor esperado da precipitação está associado ao um desvio elevado, isto é, a precipitação pluvial mensal é distribuída irregularmente. Além disso, também se observa uma relação inversa entre o desvio padrão e a precipitação, ou seja, quanto maior a precipitação, menor será o desvio padrão.

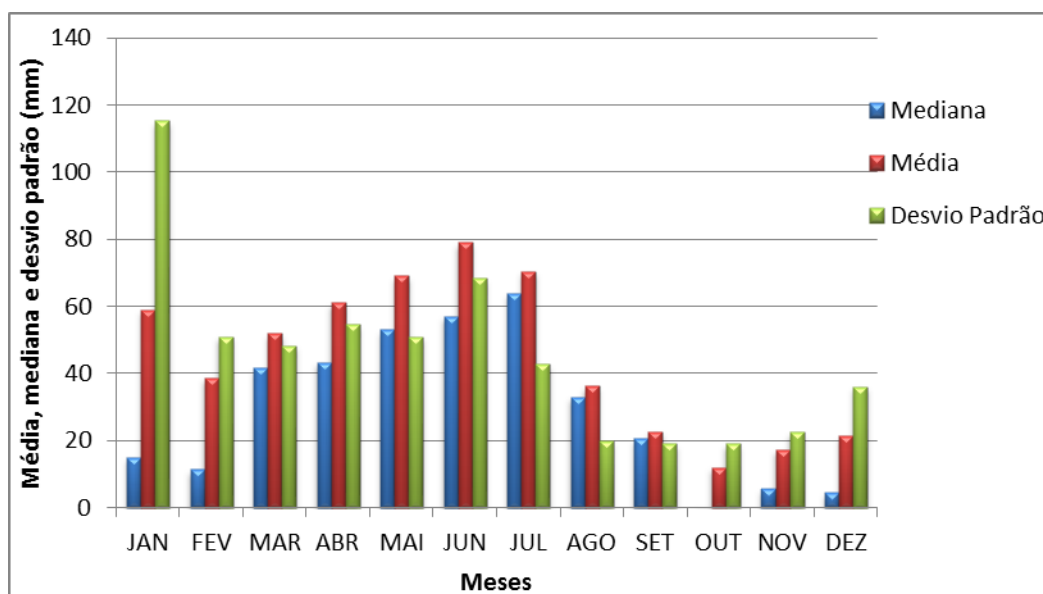


Figura 3. Distribuição mensal da média, mediana e desvio padrão das chuvas em 30 anos de observação para Poço Redondo, Sergipe

O comportamento dos resultados referente às flutuações da chuva durante o ano em Poço Redondo assemelham-se a estudos em outras regiões do Semiárido nordestino, como em estudos de Andrade et al. (2014) para o município de Triunfo, em Pernambuco e Almeida e Farias (2012) para microrregiões da Paraíba.

Observa-se que a média dos totais mensais de chuva variou entre 11,9 mm em outubro e 79 mm no mês de junho. O mês de janeiro e entre os meses de março a julho as médias mensais chegaram a ultrapassar 50 mm, sendo que o trimestre maio (69,1 mm), junho (79 mm) e julho (70,3 mm) é o mais chuvoso.

O período que corresponde aos meses de agosto a dezembro e o mês de fevereiro foi o mais seco e apresentou as menores médias dos totais mensais, com destaque para outubro (11,9 mm), novembro (17,3 mm) e dezembro (21,5 mm) que apresentaram as menores médias mensais.

Os valores extremos do total mensal de chuva variaram entre 0 mm em vários meses e 587 mm no mês de janeiro. Os totais máximos mensais de chuva registrados durante toda a série histórica foram de 62,6 mm em outubro (2001) e 587 mm em janeiro (2004). Enquanto que os valores mínimos absolutos encontrados ficaram em torno de 0 mm nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, setembro, outubro, novembro e dezembro e de 10,7 mm em junho (1983).

Dentro da série temporal estudada a máxima precipitação total anual refere-se ao ano de 2005 onde houve máxima de 1.135 mm de chuva durante todo o ano. O ano de 2012 foi registrado com o mínimo total de chuva chegando a 167 mm. A temperatura média na região é em torno de 26°C, apresentando uma variação de 4,7°C entre a temperatura mínima (23,5°C) e a máxima (28°C).

Sendo assim, após a análise dos trinta anos de dados de chuva, pode-se admitir que no município de Poço Redondo chove em torno de 538 mm.ano<sup>-1</sup>, estando este valor dentro da margem de precipitação estabelecido pela SEMARH que é de 400 a 600 mm.ano<sup>-1</sup> para o município sergipano. Esse valor representa aproximadamente um terço da precipitação média anual da capital Aracaju situada na porção leste do Estado que é em torno de 1.590 mm.ano<sup>-1</sup>.

Para planos de gestão e cálculos hidrológicos é recomendado o uso das medianas por representar uma maior probabilidade de ocorrência, notando-se que as medianas demonstram valores menores que as médias mensais. Dessa forma, por melhor representar o comportamento pluviométrico, o mês de julho foi o que apresentou o maior valor de mediana com aproximadamente 65 mm de chuva mensal.

O período compreendido de setembro a fevereiro corresponde às medianas abaixo de 20 mm podendo ser considerados como a estação seca da região, tendo destaque para o mês de outubro que possui a menor média mensal e mediana igual a zero.



### 3.2. Balanço Hídrico Climatológico e Classificação Climática

Como o movimento da água dentro do ciclo hidrológico é bastante aleatório variando no espaço e no tempo, o regime pluvial da região semiárida é caracterizado por déficit em praticamente todo o ano e onde as incertezas associadas à disponibilidade água dificultam as ações e políticas voltadas à região. Dessa forma, os estudos sobre o BHC visam incrementar, de forma alternativa, a disponibilidade da água de chuva principalmente para fins de armazenamento em cisternas e produção da agricultura na região semiárida.

Com posse das informações sobre o regime pluvial e a temperatura nos anos estudados, os dados foram introduzidos na planilha de balanço hídrico adaptado por Rolim e Sentelhas (1999) onde foram gerados os gráficos sobre a anomalia do comportamento das chuvas, o balanço hídrico normal mensal e o gráfico de déficit de água expostos e comentados a seguir.

A anomalia em termos percentuais da precipitação pluvial anual observada durante o período de 1982 a 2012 para o município de Poço Redondo está representada na **Figura 4**.

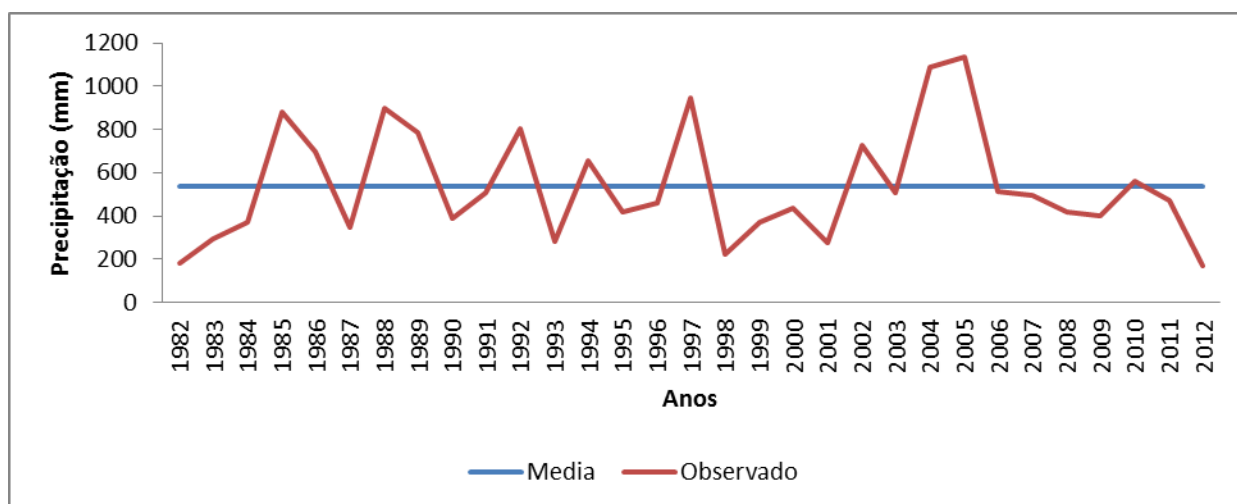


Figura 4. Anomalia da precipitação pluviométrica anual no município de Poço Redondo, Sergipe.  
FONTE: ARAUJO, 2014

Observou-se a existência de anos com sequências de anomalias negativas e positivas. Ocorreram anomalias positivas com desvio padrão variando entre 5 a 50%. Enquanto observou-se uma maior frequência de anomalias negativas com desvios negativos acentuados, que em sua maioria variaram de 50 a 200% da normal climatológica.

O gráfico destaca os períodos anuais em que a precipitação superou a média histórica, ou seja, a anomalia positiva, e os períodos em que a precipitação foi menor que a média histórica, representado pela anomalia negativa, caracterizando que o índice de precipitação total anual registrado em Poço Redondo está bem abaixo da normal climatológica.

Conforme o BHC representado pela **Figura 5**, evidencia-se que durante todo o ano a precipitação pluviométrica foi inferior a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). Os maiores valores da ET<sub>o</sub> foram verificados durante o período de outubro a março coincidindo com o período de altas temperaturas e baixas precipitações em função da ausência de sistemas meteorológicos, acarretando com isso, déficit hídrico durante o ano todo.

A irregularidade no regime pluviométrico, acompanhada pelo intenso calor, resulta em elevadas taxas de evapotranspiração potencial e real, as quais reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada nos reservatórios que resultam em um balanço hídrico negativo (SILVA et al., 2010).

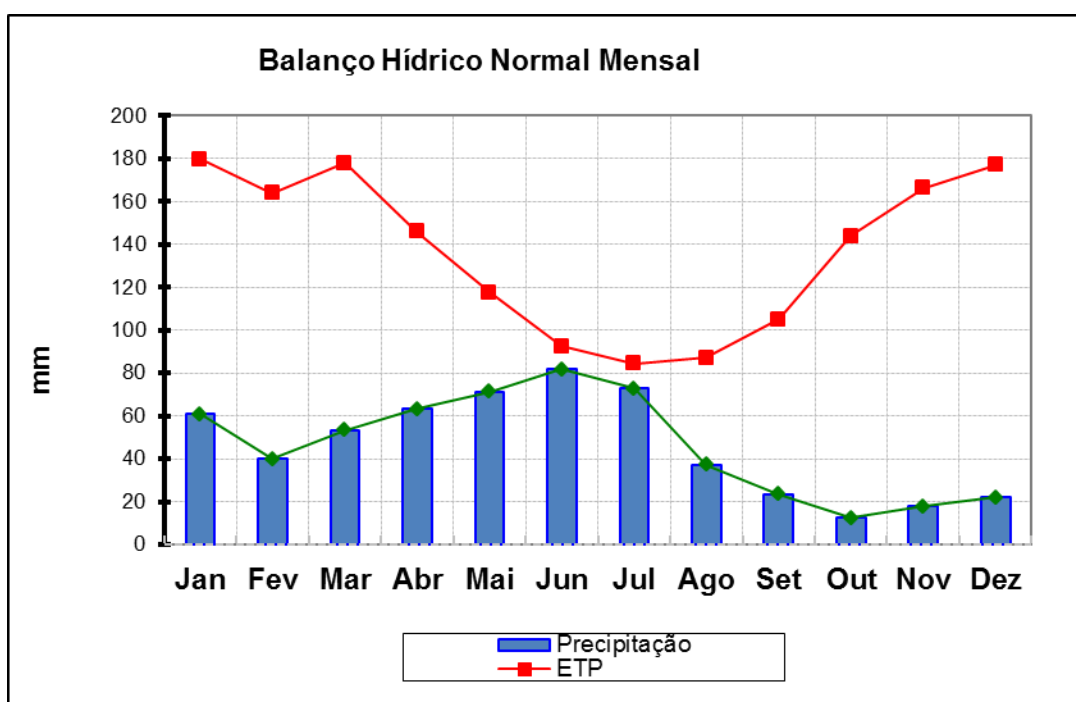


Figura 5. Balanço hídrico climatológico de 1982 a 2012 para o município de Poço Redondo, Sergipe.  
FONTE: ARAUJO, 2014.

A **Figura 6** representa o extrato do balanço hídrico mensal em sua forma simplificada para o município de Poço Redondo. Como a precipitação neste município é de baixa magnitude, observou-se a predominância de déficit hídrico durante todo o ano. Os maiores valores do déficit hídrico foram registrados no período de março a outubro, variando entre 120 a 150 mm.

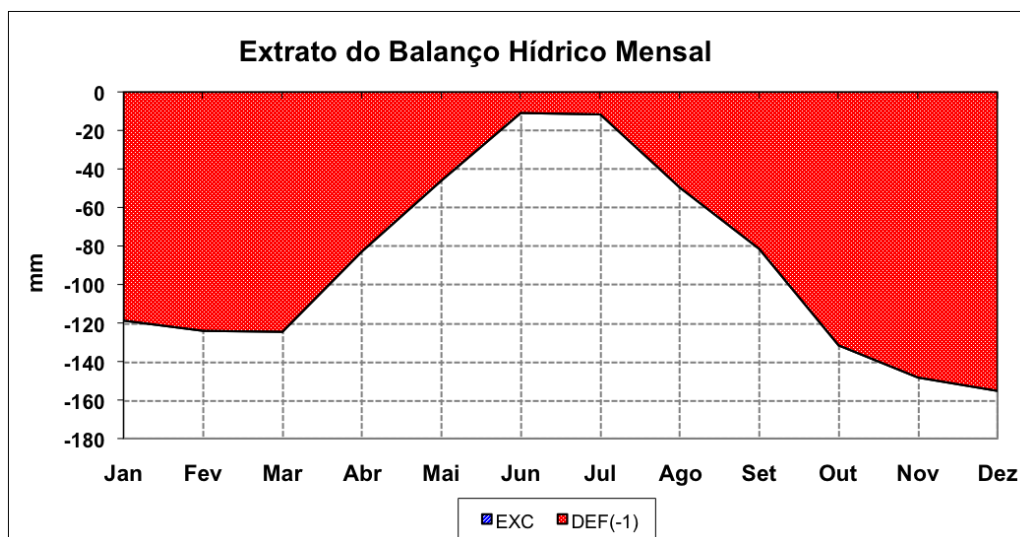


Figura 6. Extrato do balanço hídrico mensal no município de Poço Redondo, Sergipe. FONTE: ARAUJO, 2014.

Com base nos dados de chuva e temperatura foi possível calcular e determinar a classificação climática para o município de Poço Redondo seguindo metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), utilizando os cálculos dos índices climáticos. O índice hídrico (Ih) apresentou valor igual a zero, o índice de aridez Ia = 66 e umidade Iu = -396, sendo assim, a classificação climática foi caracterizada como clima Árido Megatérmico com grande deficiência de água durante todo ano.

### 3.3. Estimativa do Potencial de Captação de Água de Chuva

Com os dados de chuva estimou-se a quantidade de água que pode ser captada e armazenada nas cisternas. Utilizou-se o cálculo para o volume potencial de captação e foi trabalhado com três tamanhos de áreas de telhados de 40, 70, 100 m<sup>2</sup>, conforme a **Figura 7** e com a área de captação da cisterna-calçadão de 200 m<sup>2</sup>, de acordo com a **Figura 8**.



Figura 7. Áreas de captação da água de chuva por meio dos telhados. Fonte: ARAUJO, 2014.



Figura 8. Cisterna-calçadão, do programa Uma Terra e Duas Águas. Fonte: ARAUJO, 2014

Foram calculados os valores para sete cenários de chuva: a média, o máximo, o mínimo, a mediana e aos níveis de probabilidade de chuva de 25%, 50% e 75% conforme a **Tabela 3:**

Tabela 3. Valores da chuva (mm) em relação aos cenários propostos

Cenários de chuva	Valores (mm)
Média	538,3
Máximo	1135,4
Mínimo	167,2
Mediana	348,8
25%	134,55
50%	269,1
75%	403,7

Os valores de chuva referentes à média, máximo, mínimo, mediana, e à 25, 50 e 70% de probabilidade foram introduzidos na equação que estima o volume potencial de captação de água de chuva, de acordo com determinada área de captação, e utilizou-se o coeficiente de escoamento superficial igual a 0,75. Os valores resultantes do cálculo do volume potencial de captação estão expressos na **Tabela 4**:

Tabela 4. Volumes potenciais de captação de água de chuva (L/ano)

	Área 40m <sup>2</sup>	Área 70m <sup>2</sup>	Área 100m <sup>2</sup>	Área 200m <sup>2</sup>
<b>Média</b>	16149	28260,75	40372,5	80745
<b>Mediana</b>	10464	18312	26160	52320
<b>Máximo</b>	34062	59608,5	85155	170310
<b>Mínimo</b>	5016	8778	12540	25080
<b>25%</b>	3736,5	6538,87	9341,25	18682,5
<b>50%</b>	8073	14127,75	20182,5	40365
<b>75%</b>	12111	21194,25	30277,5	60555

Em seguida gerou-se o gráfico que expressa os volumes potenciais de captação de água de chuva em Poço Redondo em função do tamanho da área de captação e dos cenários de chuva exposto da **Figura 9**:

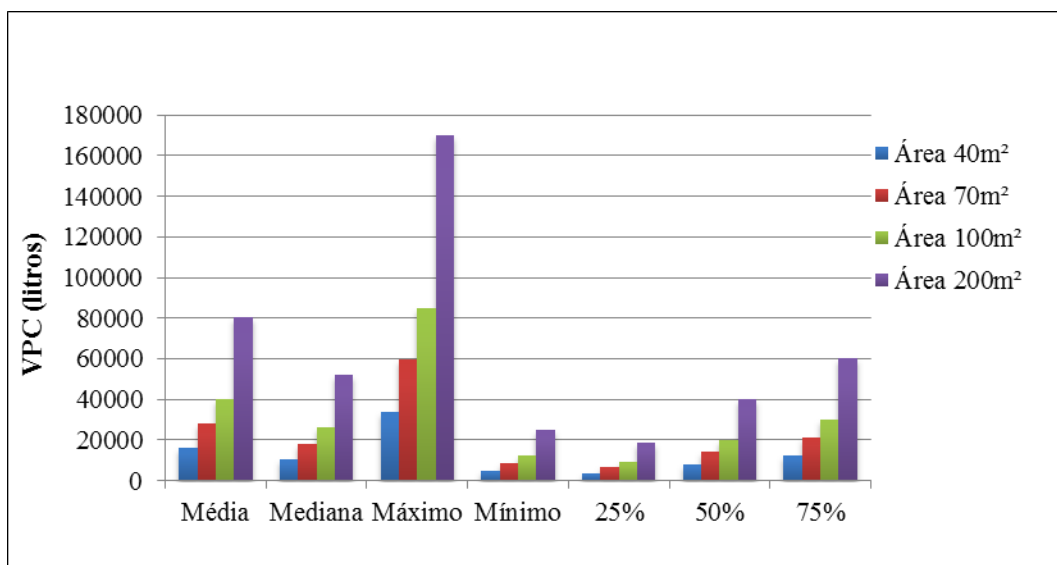


Figura 9. Relação entre os cenários de chuva, as áreas de captação e o volume potencial de captação de água de chuva. FONTE: ARAUJO, 2014.

Considerando o valor da mediana e um consumo de 16.000 litros durante os meses de estiagem, para um número médio de cinco pessoas por família, para cozinhar e beber, como adotado pelo programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), verifica-se que para a área de captação de 40m<sup>2</sup> a quantidade de chuva não atende a demanda, com um valor de 10.464 litros, gerando um déficit de 5.536 litros. Para as demais áreas de captação (70, 100 e 200 m<sup>2</sup>) a quantidade de chuva atende a demanda de consumo conforme a **Figura 10**.

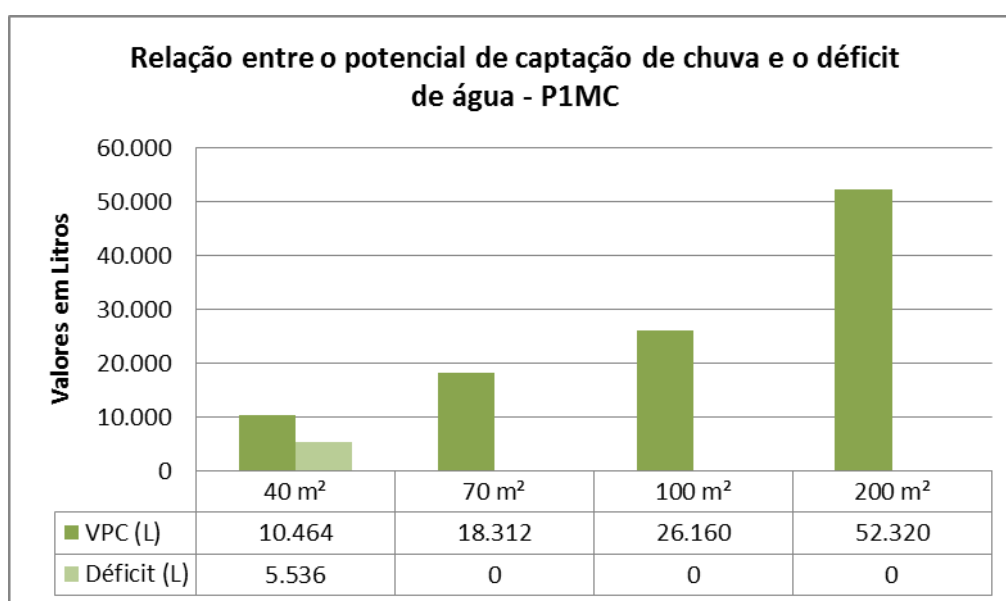


Figura 10. Relação entre o potencial de captação de chuva e o déficit para as áreas de 40, 70 e 100 m<sup>2</sup>, considerando consumo de água sugerida pelo P1MC.



Deve-se atentar que as cisternas construídas pelo P1MC possuem a capacidade de 16.000 litros de água e são destinadas aos usos domésticos considerados mais importantes como beber e cozinhar. Para as demais atividades como tomar banho, lavar louças e roupas e dessedentação de animais pressupõem-se a utilização de outras fontes alternativas como a barragem ou tanque.

Para a cisterna-calçadão do programa Uma Terra Duas Águas (P1+2) que possui uma área de captação de 200 m<sup>2</sup> e uma capacidade de 52.000 litros de armazenamento, o valor da mediana das precipitações atende ao consumo que é direcionado à agricultura, sendo o potencial de captação da chuva calculado em 52.320 litros, o que demonstra a possível capacidade de produção de alimentos para consumo no Semiárido poço-redondense, e ainda a possibilidade de comercialização do excedente de alimentos.

Ao se considerar os valores de consumo de água sugerido pela ONU (Organização das Nações Unidas) que é de 20 litros diários por pessoa e o uso da água somente nos meses de estiagem, sendo de agosto a fevereiro (e utilizando os valores da mediana das chuvas), a necessidade de água de consumo seria de 21.200 litros para uma família de 5 pessoas. Os déficits então estariam mais expressivos para as áreas de captação de 40 m<sup>2</sup> e 70 m<sup>2</sup>, expressos na **Figura 11**.

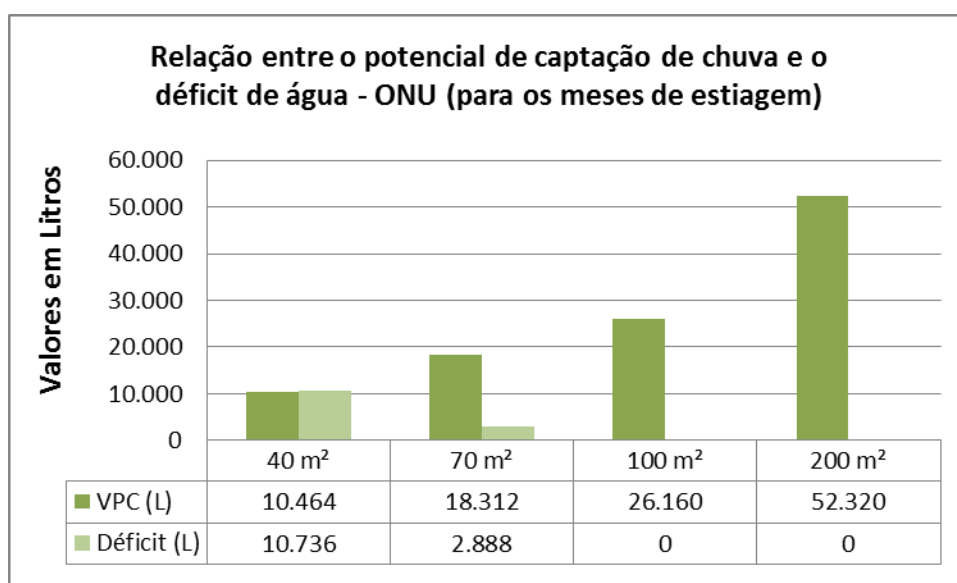


Figura 11. Relação entre o potencial de captação de chuva e o déficit para as áreas de 40, 70 e 100 m<sup>2</sup>, considerando valores de consumo de água sugerida pela ONU (durante meses de estiagem).

Quando se considera o consumo diário de água recomendado pela ONU e o uso da água durante todo o ano, o valor da demanda de água seria de 36.500 litros para atender uma família com cinco pessoas. Assim sendo, para a menor área de captação (40 m<sup>2</sup>), o déficit será representado pelo valor de 26.036 litros. Para a área de 70 m<sup>2</sup> o déficit gerado é de 18.188 litros e para a área de 100 m<sup>2</sup> o déficit é de 10.340 litros (**Figura 12**).

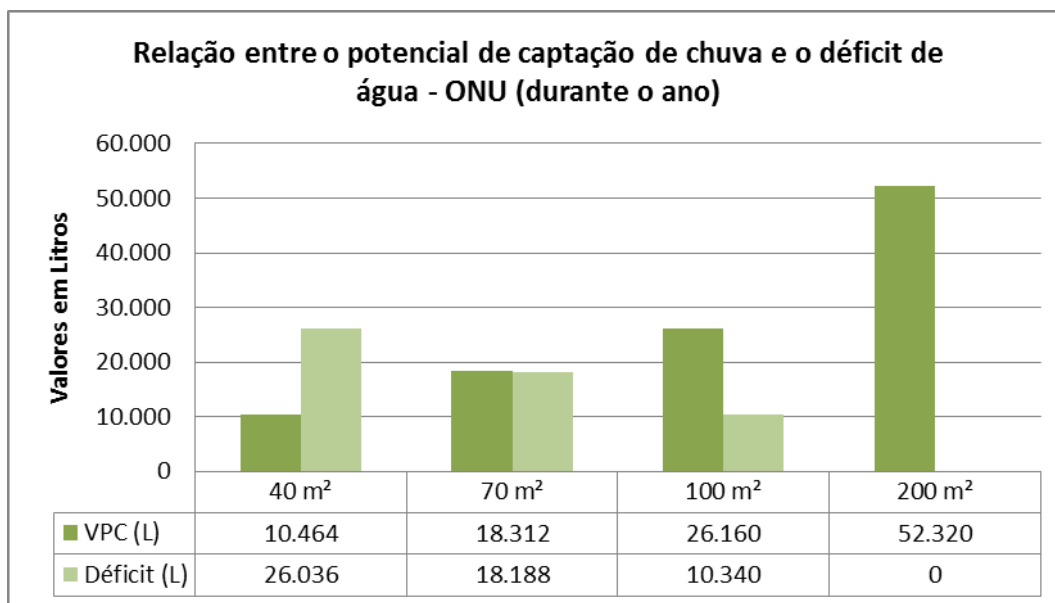


Figura 12. Relação entre o potencial de captação de chuva e o déficit para as áreas de 40, 70 e 100 m<sup>2</sup>, considerando valores de consumo de água sugerida pela ONU (durante o ano).

A oferta de água da chuva é igual para todas as áreas, mas os cálculos dos potenciais volumes de captação evidenciam déficits no consumo principalmente para áreas de captação de 40 m<sup>2</sup>, pois não haverá enchimento de toda a cisterna no período chuvoso. Para áreas de captação de 100 e 200 m<sup>2</sup> a oferta de água de chuva enche toda a cisterna durante os meses chuvosos e atende a demanda de consumo de água das famílias. Dessa forma observa-se que o suprimento de água de consumo depende diretamente da relação entre a quantidade da chuva e o tamanho da área de captação.

Os valores apresentados nos déficits variam de acordo como o tamanho da área de captação e servem como referência à gestão de planejamento hídrico e ações do Governo para suprir as demandas de consumo de água nas comunidades estudadas através do abastecimento das cisternas de consumo por carros-pipa nos meses mais críticos de estiagem.



### 3.4. Qualidade da Água

Além dos estudos sobre a quantificação das chuvas e o potencial de armazenamento de água nas cisternas, o aspecto qualitativo da água é de suma importância uma vez que os parâmetros relativos à potabilidade influenciam na saúde das pessoas que consomem as águas armazenadas.

As famílias que participaram da pesquisa informaram utilizar a água de cisterna para consumo diário. Durante o período chuvoso coletam a água dos telhados através do sistema de captação da água da chuva, no período de estiagem é realizado o abastecimento do reservatório através de carros-pipa, além do abastecimento da cisterna com água da torneira nas casas que possuem sistema de encanamento.

Dessa forma foram realizadas duas campanhas para coleta da água das cisternas sendo uma no período chuvoso e outra no período de estiagem, em onze povoados que foram escolhidos observando critérios como o tempo de coleta e análises e a acessibilidade ao local.

Para as análises microbiológicas determinou-se apenas a presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* de acordo com o padrão de potabilidade, devido aos custos elevados das análises e devido ao fato de que a quantificação dos organismos microbiológicos são realizados, na maioria dos casos, para o tratamento da água quando contaminada, o que não é o objetivo desta pesquisa.

Os resultados das análises microbiológicas realizados através da metodologia Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW), informaram "ausência" ou "presença" de coliformes totais e de *E. coli*, de acordo com os padrões estabelecidos pela Portaria n. 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, que padroniza ausência em 100 mL de cada amostra para níveis de potabilidade. Os relatórios estão situados no Apêndice A.

O **Quadro 4** refere-se às águas de cisternas coletadas no mês de Junho de 2013, caracterizando época de chuva na região semiárida sergipana. Somente a cisterna do povoado Ana Patrícia 2 é de polietileno, as demais são cisternas de placa de cimento, e todas são utilizadas para consumo humano, ou seja, beber e cozinhar além de lavar louças e tomar banho.

<b>Povoado</b>	<b>Coliformes totais</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>
<b>Ana Patrícia 2*</b>	Presença	Presença
<b>Caldeirão / Pedrinhas</b>	Presença	Ausência
<b>Garrote</b>	Presença	Ausência
<b>Lagoa do Canto</b>	Presença	Presença
<b>Lagoa Dantas</b>	Presença	Presença
<b>Lagoa Grande</b>	Presença	Ausência
<b>Pedra Grande</b>	Presença	Presença
<b>Poço Preto</b>	Presença	Presença
<b>Salitrado</b>	Presença	Presença
<b>Serra da Guia</b>	Presença	Presença
<b>Santa Rosa do Ermírio</b>	Presença	Presença

Quadro 4. Resultado das análises microbiológicas das águas de cisternas de placa de cimento, em Junho de 2013, no município de Poço Redondo, Sergipe. Fonte: ARAUJO, 2014

Os resultados acima demonstram que em todas as amostras (100%) das águas armazenadas em cisternas havia presença de coliformes totais e que 72,7% das amostras das águas estavam contaminadas pela bactéria *E. coli*. De acordo com Siqueira (2005) o alto índice de *E. coli* indica condições higiênico-sanitárias deficientes, e pode associar-se a doenças de transmissão hídrica como a febre tifóide, febre parasitifoide, desinteria bacilar e cólera.

Uma vez que a água da chuva apresenta-se naturalmente limpa, ou seja, sem contaminantes, e a região de estudo se caracteriza pela distância de polos industriais, descartando assim a presença de aerossóis com carga poluidora, a contaminação da água de cisterna pode ocorrer devido a fatores como: a falta de descarte das primeiras chuvas, a presença de fezes de animais de sangue quente nos telhados e o uso de baldes para a retirada da água da cisterna.

As fezes de passarinhos e de outras aves e animais podem trazer problemas de contaminação por bactérias e de parasitas gastrointestinais. Por esse motivo, é aconselhável que a água de lavagem dos telhados, isto é, a primeira água, seja desprezada e jogada fora (TOMAZ, 2003).

A mesma análise microbiológica foi feita em águas armazenadas em cisternas-calçadão de 4 povoados que são: Caldeirão/Pedrinhas, Garrote, Poço Preto e Serra da Guia. As cisternas-calçadão possuem o objetivo de produção agrícola, ou seja de irrigação da agricultura de subsistência e também para fins comerciais quando há alta produtividade. Os resultados das análises estão expostos no **Quadro 5**.

<b>Povoado</b>	<b>Coliformes totais</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>
<b>Caldeirão/Pedrinhas</b>	Presença	Presença
<b>Garrote</b>	Presença	Presença
<b>Poço Preto</b>	Presença	Ausência
<b>Serra da Guia</b>	Presença	Presença

Quadro 5. Resultado das análises microbiológicas das águas de cisternas-calçadão, em Junho de 2013, no município de Poço Redondo, Sergipe. Fonte: ARAUJO, 2014

Os cuidados com a cisterna-calçadão também implicam na preservação da qualidade da água armazenada. A importância dos cuidados refere-se ao fato de esta água ser destinada à irrigação, o que pode comprometer a segurança alimentar das pessoas que consomem alimentos produzidos com água contaminada. No caso do estudo realizado, a contaminação microbiológica pode ter ocorrido devido à presença de animais soltos que excretam fezes no pavimento de captação da água da chuva.

Durante o período de estiagem foi realizada a segunda campanha para avaliação da qualidade das águas armazenadas nas cisternas. Dessa forma, no mês de Novembro de 2013 foram coletadas amostras para verificar a qualidade e fazer um comparativo com o período chuvoso. Os resultados estão expressos no **Quadro 6**.

Durante o período de estiagem, as famílias sertanejas recebem ou compram água de carros-pipa. Normalmente os usuários das águas transportadas por caminhão-pipa não têm informações sobre a procedência da água, nem sobre a qualidade física do carro-pipa, ainda assim devido à falta de chuva e de água encanada, essa prática se torna muito comum, inclusive através de ações do Governo municipal.

<b>Povoado</b>	<b>Coliformes totais</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>
<b>Ana Patrícia 2*</b>	Presença	Ausência
<b>Caldeirão / Pedrinhas</b>	Presença	Presença
<b>Garrote</b>	Presença	Presença
<b>Lagoa do Canto</b>	Presença	Presença
<b>Lagoa Dantas</b>	Presença	Presença
<b>Lagoa Grande</b>	Presença	Presença
<b>Pedra Grande</b>	Presença	Presença
<b>Poço Preto</b>	Presença	Presença
<b>Salitrado</b>	Presença	Presença
<b>Serra da Guia</b>	Presença	Ausência
<b>Santa Rosa do Ermírio</b>	Presença	Presença

Quadro 6. Resultado das análises microbiológicas das águas de cisternas de placa de cimento, em Novembro de 2013, no município de Poço Redondo, Sergipe Fonte: ARAUJO, 2014

Na segunda análise observou-se que em 100% das águas das cisternas havia presença de coliformes totais e que 81,8 % estavam contaminadas com a bactéria *E. coli*. Os fatores de contaminação, além dos já citados, podem estar associados à fonte de coleta da água, poço, manancial ou rio contaminado; à qualidade e uso do carro de transporte da água, ou seja, o carro-pipa deve ser utilizado somente para transporte de água potável e conter qualidade estrutural e física apropriada e preservada para o transporte de água de consumo.

De acordo com a Portaria 2914/11, do Ministério da Saúde:

Art. 15 - Compete ao responsável pelo fornecimento de água para o consumo humano de veículo transportador:

I - garantir que tanques, válvulas e equipamentos dos veículos transportadores sejam apropriados e de uso exclusivo para o armazenamento e transporte de água potável;

II - manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e a fonte de água;

III - manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água e a fonte de água, previstos nesta Portaria;

IV - assegurar que a água fornecida contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg. L<sup>-1</sup>; e

V - garantir que o veículo utilizado para fornecimento de água contenha, de forma visível, a inscrição "ÁGUA POTÁVEL" e os dados de endereço e telefone para contato.

Para a água destinada à irrigação, obteve-se resultados de presença de coliformes totais e contaminação da bactéria *E. coli* para todas as amostras (**Quadro 7**):

<b>Povoado</b>	<b>Coliformes totais</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>
<b>Caldeirão/Pedrinhas</b>	Presença	Presença
<b>Garrote</b>	Presença	Presença
<b>Poço Preto</b>	Presença	Presença
<b>Serra da Guia</b>	Presença	Presença

Quadro 7. Resultado das análises microbiológicas das águas de cisternas-calçadão, em Outubro de 2013, no município de Poço Redondo, Sergipe. Fonte: ARAUJO, 2014

Utilizando-se os padrões estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde que estabelece limites do número de bactérias na água de consumo humano, as águas armazenadas nas cisternas não dispõem de um padrão de potabilidade, uma vez que todas as amostras apresentaram presença de coliformes totais e a maioria obteve contaminação por *E. coli* com valores acima do permitido pela legislação específica.

Quando comparados os resultados das amostras das águas das cisternas do período chuvoso e do período de estiagem nota-se que há um aumento da contaminação da água por *E. coli* no período de estiagem em aproximadamente 10% conforme expressa a **Tabela 5**.

Tabela 5. Comparativo entre os resultados das análises microbiológicas correspondentes ao mês de Junho e Novembro de 2013 no município de Poço Redondo, Sergipe

<b>Coletas</b>	<b>Coliformes totais</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>
<b>Junho de 2013</b>	100%	72,7%
<b>Novembro de 2013</b>	100%	81,8%

A qualidade de uma água é definida por sua composição química, física e bacteriológica. As características desejáveis de uma água dependem de sua utilização. Para consumo humano há a necessidade de uma água pura e saudável, isto é, livre de matéria suspensa visível, cor, gosto e odor, de quaisquer organismos capazes de provocar enfermidades e de quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

No que diz respeito aos resultados microbiológicos acredita-se que a contaminação destas águas provem, principalmente, do manejo da água com o uso de baldes para a retirada da água, fato que foi bastante observado em campo. E/ou pelo fato de não descartar as primeiras águas das chuvas. Segundo Tomaz(2003), os microrganismos que vierem do telhado e dos encanamentos se desenvolverão no reservatório, colocando em perigo aqueles que usarem a água de chuva para fins potáveis, podendo causar diarreias ou mesmo amebas poderão ser encontradas nos reservatórios de água de chuva.

Outra possível razão de contaminação se refere à procedência da água quando transportada por caminhão-pipa, ou seja, a água pode ser proveniente de fonte contaminada. Ou ainda pelo estado físico do caminhão-pipa que, por norma legal deve possuir o tanque e válvulas apropriados e de uso exclusivo para o armazenamento e transporte de água potável. Entretanto, essas informações são desconhecidas pelas famílias que compram e/ou recebem água de caminhão-pipa.

Resultados de contaminação microbiológica também foram encontrados nos estudos realizados por Amorim e Porto (2001) nas cisternas avaliadas em Petrolina, Pernambuco. Estudos realizados por Silva et al. (2012) confirmaram a presença de coliformes termotolerantes em amostras de águas armazenadas em cisternas do Semiárido baiano. Alves et al. (2012) detectaram a presença de coliformes totais e de *E. coli* em todos os pontos de coleta de água de cisterna no Semiárido pernambucano.

Compete a Controladoria Geral da União (CGU) fiscalizar periodicamente as condições das cisternas para ver se estão adequadas aos parâmetros, padrões e critérios de construção e seleção de famílias. No âmbito de atuação do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), compete à Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SESAN), planejar, implementar, coordenar, supervisionar e acompanhar programas, projetos e ações de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), de acordo com as diretrizes da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (MDS, 2015).

Vale ressaltar que, neste trabalho, a quantidade de análises não pode definir uma avaliação final com resultados conclusivos sobre a qualidade microbiológica das águas de cisternas. A avaliação da qualidade da água consumida e armazenada nas cisternas em Poço Redondo torna-se base para estudos mais aprofundados incluindo um maior número de amostras coletadas em maior tempo de pesquisa, e ainda incluir a quantificação dos elementos microbiológicos encontrados para posteriormente ser realizado o tratamento e correção adequados da água.

Para as análises físico-químicas algumas amostras foram perdidas restando apenas amostras dos povoados de: Ana Patrícia 2; Cadeirão/Pedrinhas; Caldeirão – cisterna calçadão; Garrote; Garrote –calçadão; Lagoa do Canto; Lagoa Dantas; Lagoa Grande; Pedras Grandes; Poço Preto; e Poço Preto – calçadão. Os resultados estão expressos na **Tabela 6**.

Tabela 6. Resultados das análises físico-químicos de água de cisterna em Poço Redondo – Sergipe

Povoados	pH P. chuvoso	pH P. seco	Condutividade $\mu\text{S/cm}$ P. chuvoso	Condutividade $\mu\text{S/cm}$ P. seco	STD (mg/L) P. chuvoso	STD (mg/L) P. seco	DBO (mg/L) P. chuvoso	DBO (mg/L) P. seco	Cor (mg /L Pt-Co) P. chuvoso	Cor (mg /L Pt-Co) P. seco
<b>ANA</b>	8,28	8,10	58,23	83,1	5,00	41,6	13,61	19,35	11,11	8,71
<b>CAL</b>	9,20	7,03	127,5	106,0	11,00	53,0	6,60	27,26	14,08	4,45
<b>CAL Calç</b>	9,10	6,75	187	288,0	8,00	144,0	6,09	15,83	17,59	5,75
<b>GAR</b>	9,69	7,03	122,5	149,0	6,00	74,5	9,00	22,61	14,26	7,04
<b>GAR Calç</b>	9,38	7,32	203,5	227,0	24,00	114,0	3,93	30,88	14,63	6,12
<b>LC</b>	8,94	8,45	96,95	90,9	7,00	45,5	7,04	39,58	10,37	13,34
<b>LD</b>	9,49	8,85	106	95,5	3,00	47,9	11,43	52,66	14,45	10,00
<b>LG</b>	9,39	9,24	129,7	190,6	4,00	95,3	5,63	63,22	12,97	9,82
<b>PG</b>	9,04	8,55	89,80	131,5	3,00	65,8	6,03	20,11	8,15	10,74
<b>PP</b>	9,52	7,44	89,85	129,3	5,00	64,7	6,37	34,66	11,67	5,75
<b>PP Calç</b>	9,78	7,43	149,5	252,0	8,00	126,0	9,23	45,73	10,37	8,34

Os valores do pH da água no período chuvoso variaram de 8,28 a 9,78, ultrapassando os limites estabelecidos pela Portaria n. 2914/11 do Ministério da Saúde que exige mantimento de pH entre 6 e 9,5 para água potável. E não atendeu aos limites da Resolução CONAMA 357/2005 que confere para água doce de classe 1, 2 e 3, onde se faz o uso da água para consumo humano e irrigação de hortaliças, frutíferas e forrageiras, pH com limites de 6 a 9.

Durante o período seco os valores do pH obtido nas amostras variaram de 6,75 a 9,24, mantendo-se dentro dos limites estabelecidos pela Portaria n. 2914/11 do Ministério da Saúde e ultrapassando os limites da Resolução CONAMA 357/2005. A relação do pH entre o período chuvoso e o período seco está representado na **Figura 13**.

Pode-se dizer que o pH da água de chuva é predominantemente ácido, mesmo em regiões inalteradas o pH encontra-se ao redor de 5,0 e em regiões poluídas pode-se chegar a valores como 3,5 (TOMAZ, 2003). O que se verifica nesta análise é que o pH das águas das cisternas é predominantemente alcalino, o que se faz acreditar que a água armazenada sofreu algum tipo de intervenção.

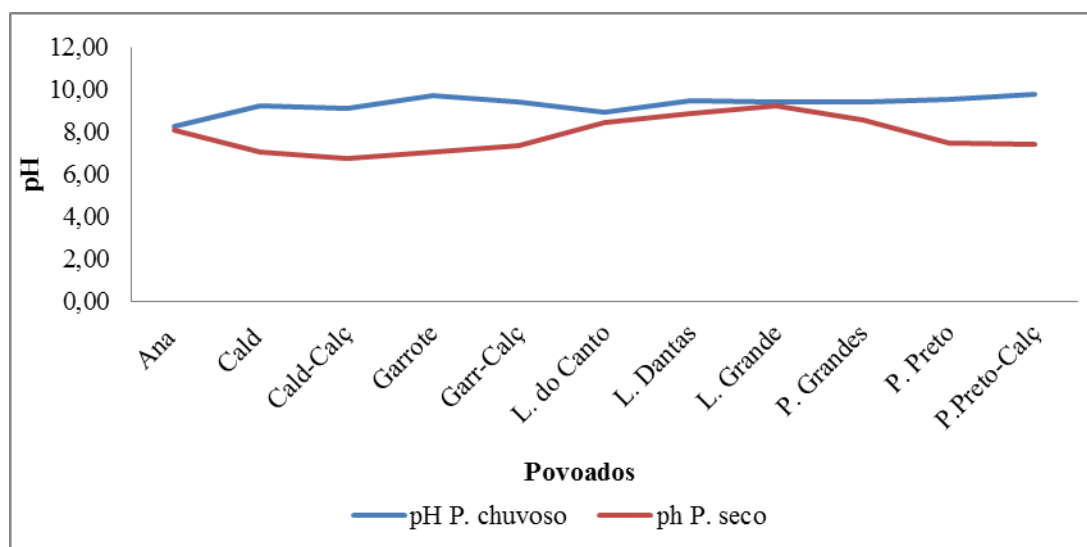


Figura 13. Relação do parâmetro pH entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. Fonte: ARAUJO, 2014.

Em estudos realizados por Xavier (2010) foi evidenciado que o aumento do pH ocorre pela presença do carbonato de cálcio contido na composição das paredes internas das cisternas de placa de cimento (**Figura 14**), tornando-as com características básicas. Sendo assim,



supõe-se que na época chuvosa as cisternas estejam mais cheias, ou seja, com um volume maior de água, então a alteração do pH pode estar associada ao que foi comprovado pelo autor acima citado.



Figura 14. Cisterna de placa de cimento, do Programa de Combate à Pobreza Rural (PROSPERAR), através da Empresa de Desenvolvimento Sustentável do Estado de Sergipe (PRONESE). Fonte: ARAUJO, 2014.

É interessante observar que para a cisterna de polietileno (**Figura 15**) do povoado Ana Patrícia 2 que não possui a composição de carbonato de cálcio nas paredes internas da cisterna, a variação do pH nas amostras do período chuvoso e seco apresentou-se em torno de 0,18, expressos na Tabela 6.



Figura 15. Cisterna de polietileno do programa Água para Todos. Fonte: ARAUJO, 2014.

A condutividade elétrica é um indicador não considerado pela Portaria do Ministério da Saúde, mas caracteriza-se pela presença de íons na água que conduzem a corrente elétrica e geralmente é associado ao parâmetro sólidos dissolvidos totais (STD). Para a UNICEF (2008) os valores da condutividade elétrica geralmente variam de 1 a 2 vezes a concentração de sólidos dissolvidos totais em mg/L.

Para as características relacionadas à condutividade elétrica, no período chuvoso observaram-se valores de 58,23 a 203,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . No período seco a condutividade elétrica variou de 83,1 a 288  $\mu\text{S}/\text{cm}$  apresentando valores acima dos apresentados no período chuvoso. A relação entre o período chuvoso e seco para a condutividade elétrica está expressa na **Figura 16**.

Altos valores de condutividade elétrica também foram encontrados em estudos realizados por Lima et al. (2014) onde apresentaram valores de condutividade elétrica variando de 90 a 187  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e estudos de Schüring e Schwientek (2005) apresentaram valor médio em torno de 211,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para as águas armazenadas em cisternas em Pernambuco.

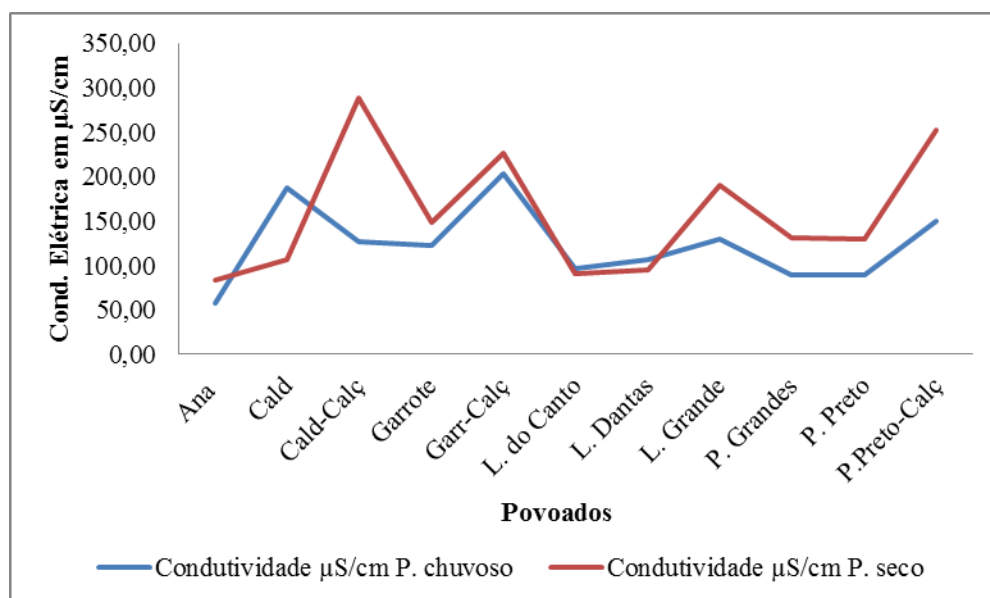


Figura 16. Relação do parâmetro condutividade elétrica entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. Fonte: ARAUJO, 2014.

Altos valores de condutividade podem ser associados à influência da concentração de sais nos reservatórios (TAVARES, 2009) ou pela liberação de íons do material de construção das cisternas (XAVIER, 2010).

As amostras resultaram em salinidade baixa com condutividade  $CE \leq 0,25$  dS/m. Apenas a amostra referente à cisterna-calçadão do povoado Caldeirão/Pedrinhas apresentou condutividade elétrica 0,28 dS/m no período seco sendo considerada com salinidade média ( $0,25 < CE < 0,76$ ). Entretanto, a cisterna-calçadão possui uma superfície de cimento exposta ao ambiente onde não se faz o desvio das primeiras águas de chuva escoando, dessa forma, todo tipo de material orgânico ou inorgânico, incluindo sais, para dentro a cisterna.

Os valores dos sólidos dissolvidos totais no período chuvoso variou de 3 a 24 mg/L e no período seco houve altas variando de 41,6 a 144 mg/L, expressos na **Figura 17**, estando os resultados dentro dos limites estabelecidos pela Portaria do MS (1000 mg/L) e de acordo com o limite expresso pela Resolução 357/2005 CONAMA onde o valor máximo permitido é de até 500 mg/L para águas doces classe 1, 2 e 3.

A relação existente entre os parâmetros STD e condutividade elétrica foi observada na amostra referente à cisterna-calçadão do povoado Caldeirão/Pedrinhas, onde os valores dos parâmetros citados apresentaram-se como sendo os mais altos dentre as demais amostras.

A constituição dos STD's apresenta-se principalmente por sais inorgânicos e matéria orgânica (SAWYER et al., 1994), é considerado um importante indicador pois são potenciais carreadores de elementos poluentes e possuem características hidrofóbicas (PALHARES; GUIDONI, 2012).

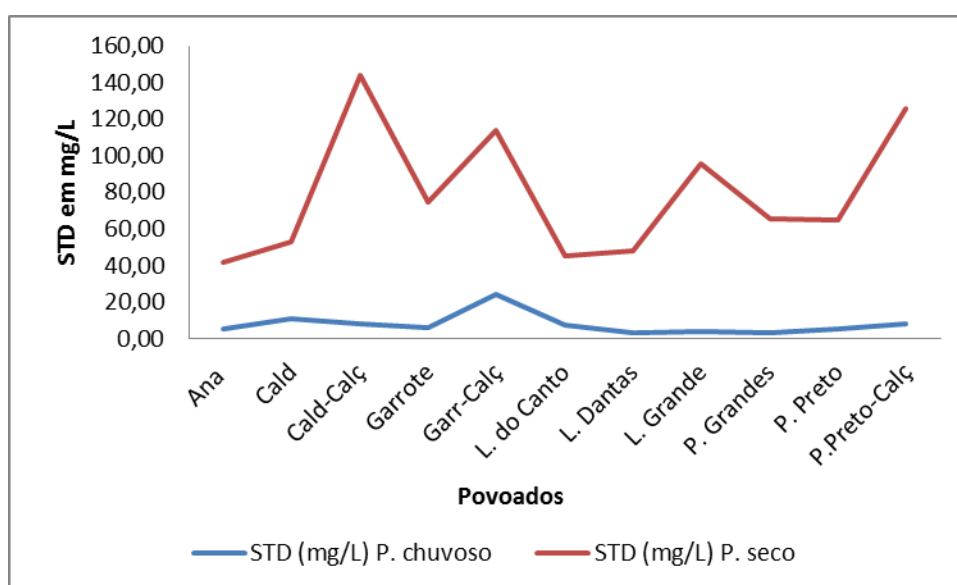


Figura 17. Relação do parâmetro sólidos dissolvidos totais entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. Fonte: ARAUJO, 2014.

Observa-se que, tanto para a condutividade elétrica como para sólidos dissolvidos totais os valores apresentaram-se maiores no período seco provavelmente pela menor dissolubilidade de compostos e íons na água. Outro fator importante que pode gerar alterações do parâmetro STD é o abastecimento das cisternas por carros-pipa no período de estiagem onde a procedência da água é oriunda de algum ponto do rio São Francisco. Dessa maneira pode-se haver uma maior concentração de compostos orgânicos provenientes do rio.

O parâmetro DBO é utilizado para indicar a presença de matéria orgânica na água, uma vez que a matéria orgânica é responsável pela redução da concentração de oxigênio dissolvido. Os valores de DBO variaram no período chuvoso de 3,93 mg.L<sup>-1</sup> a 13,61 mg.L<sup>-1</sup> e no período seco variaram de 15,83 a 63,22 mg.L<sup>-1</sup> (**Figura 18**), ultrapassando os limites para água doce de classes 1 (até 3 mg.L<sup>-1</sup>), e com isso enquadrando-se à classe 2 onde o limite é até 5 mg.L<sup>-1</sup> e à classe 3 (até 10 mg.L<sup>-1</sup>) conforme **Tabela 7**:

Tabela 7. Valores máximos permitidos de DBO segundo Resolução 357/2005 CONAMA

DBO segundo Resolução 357/2005 Conama	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Valores máximos permitidos (VMP)	Até 3 mg.L <sup>-1</sup>	Até 5 mg.L <sup>-1</sup>	Até 10 mg.L <sup>-1</sup>

De acordo com os valores de DBO as águas das cisternas podem ser enquadradas como sendo águas doces classe 2 destinadas ao abastecimento humano após tratamento convencional onde são aplicadas as técnicas de clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção do pH.

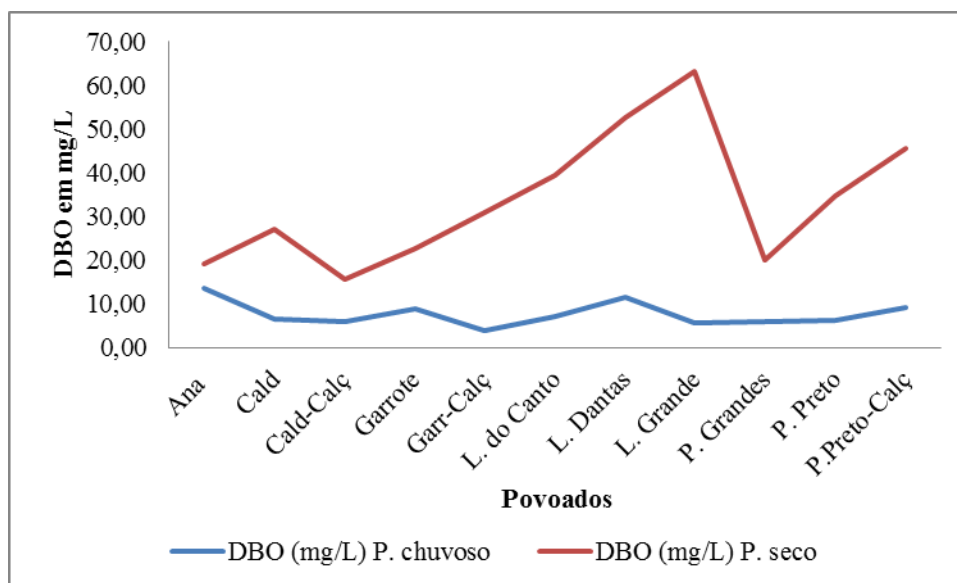


Figura 18. Relação do parâmetro DBO entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. Fonte: ARAUJO, 2014.

O parâmetro cor atende à resolução 357/2005 Conama (até 75 mg Pt-Co. L<sup>-1</sup>) tanto no período chuvoso (8,15 - 17,59 mg Pt-Co. L<sup>-1</sup>) como no período seco (4,45 - 13,34 mg Pt-Co. L<sup>-1</sup>). Entretanto, quando comparado à Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde onde é estabelecido o limite de 15 mgPt-Co.L<sup>-1</sup>, o valor representado pela comunidade Caldeirão/Pedrinhas ultrapassa chegando até a 17,59 mg Pt-Co.L<sup>-1</sup> nas amostras do período chuvoso (**Figura 19**).

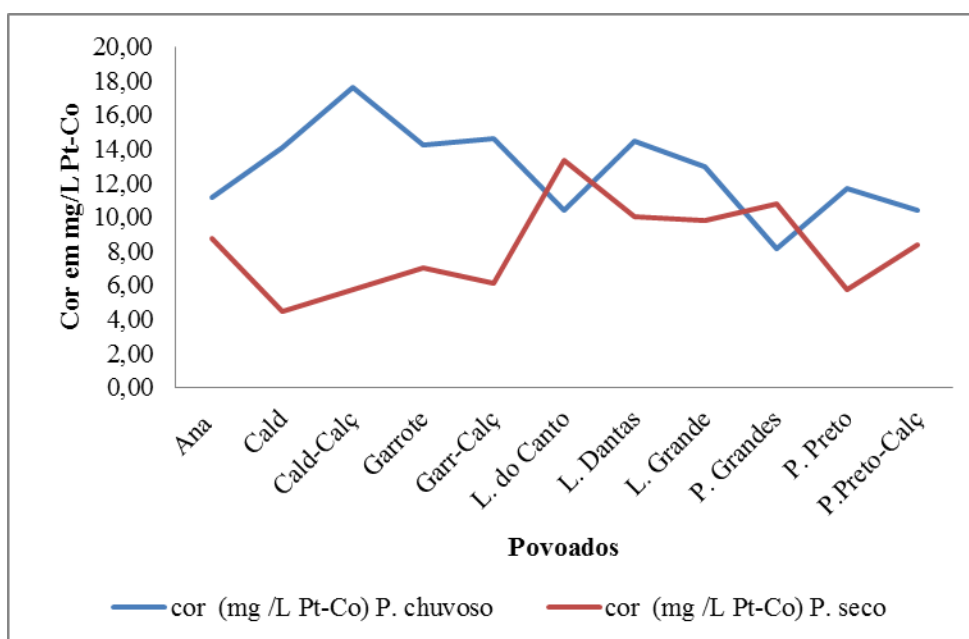


Figura 19. Relação do parâmetro cor entre o período chuvoso e seco das águas de cisterna em Poço Redondo, Sergipe. Fonte: ARAUJO, 2014.

Os resultados das análises das águas das cisternas mostraram que além da contaminação microbiológica da água, há variações físico-químicas devido, supostamente, a deficiências no manejo da água e/ou da própria cisterna o que inclui a limpeza e remoção de matéria orgânica que se aloca ao fundo do reservatório, o desvio das primeiras águas de chuva e o mantimento da cisterna fechada, como também à falta de tratamento da água, seja com cloro ou filtração.

Outro ponto a ser verificado é sobre a origem e qualidade da água fornecida pelos carros-pipa como também do veículo de transporte. Segundo preconiza o Art. 24 da Portaria 2914/11 MS, toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração.

Os resultados das amostras realizadas deste trabalho demonstram uma avaliação preliminar. Ao se tratar sobre o controle da qualidade da água, quando são detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios (Art. 27 §1º, portaria 2914/11 do MS).

A atenção sobre a água disponibilizada à população não pode ser negligenciada pelas autoridades e órgãos responsáveis. Segundo o Art. 3º da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, toda a água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

A vigilância da qualidade da água para consumo humano é de competência comum entre as esferas da União, dos Estados e Municípios junto com as Secretarias de Saúde e excepcionalmente cabe ao município:

Art. 12: III – inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s);

V – garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados;

VIII – executar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional e estadual (Portaria 2914/11 do MS).

Destarte, se entende que é necessário um monitoramento periódico de qualidade, no corpo hídrico de captação da água, nos veículos de transporte e nas próprias cisternas envolvendo o poder público, agentes comunitários e as próprias famílias. As famílias sertanejas compartilham de felicidade e gratidão por terem água em suas casas, mas a responsabilidade sobre a qualidade não pode ser negligenciada, devendo ser melhor trabalhada junto aos órgãos competentes.

### 3.5. Questionário de Campo sobre a Percepção dos Moradores

As entrevistas e questionários de campo compõem a fase socioambiental desta pesquisa. Utilizou-se como critério para a aplicação dos questionários e entrevistas os moradores que tinham cisternas em casa, dentre os onze povoados trabalhados, e pessoas maiores de 18 anos de idade. Buscou-se laborar com perguntas referentes à percepção dos moradores sobre os aspectos da chuva na região, sobre as cisternas e sobre a agricultura e pecuária.

Visando coletar informações em maior quantidade sobre a percepção, opinião, crenças, sentimentos, interesses e expectativas, os questionários foram de grande valia e trata-se de um documento com questões abertas e fechadas, aplicados de forma direta (Vide Apêndices B e C).

A identidade dos entrevistados foi preservada, não sendo exposto o nome dos que colaboraram com a pesquisa respondendo aos questionários e dos que deram entrevistas, ainda assim foi pedida a assinatura dos entrevistados para o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice D).

A amostra foi realizada segundo fórmula proposta por Barbetta (2006). Foram totalizadas 297 cisternas construídas no município, considerando os atuais programas de convivência com o Semiárido. Sendo assim, o cálculo amostral foi expresso:

$$n_0 = 1 \div E_0^2 \rightarrow n_0 = 400$$

$$n_0 = \frac{297 \times 400}{297 + 400} = \frac{118800}{697} = 170,44 \cong 171$$

Dessa forma, foram aplicados 171 questionários onde os resultados foram processados e tabulados pelo programa estatístico IBM SPSS Statistics 20.

Do total de pessoas que responderam aos questionários, 63% eram mulheres que se apresentaram como donas de casas onde são atribuídos a elas os cuidados com a casa e com os filhos, além da agricultura (**Figura 20**).

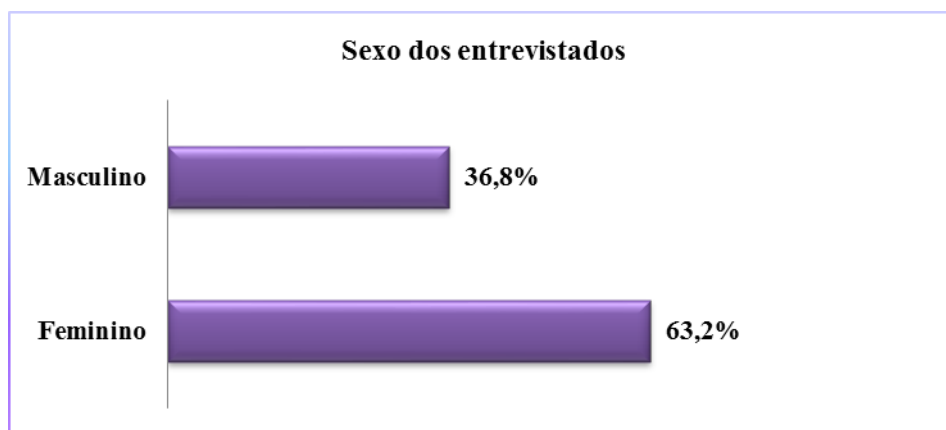


Figura 20. Sexo dos entrevistados no município de Poço Redondo, Sergipe.

Além das atividades domésticas, atribui-se também às mulheres o manejo diário das cisternas através do uso no dia-a-dia, e consequentemente, a responsabilidade de manter a cisterna sempre fechada para que evite a entrada de insetos, animais e acidentes com crianças. Aproximadamente 95% das pessoas responderam manter as cisternas sempre fechadas, demonstrando consciência da necessidade desta prática (**Figura 21**). Os que responderam não manter a cisterna fechada alegaram que a tampa havia quebrado e que tinham dificuldades em obter outra tampa substituta, mas mostraram-se preocupados quanto à importância do fechamento do reservatório.

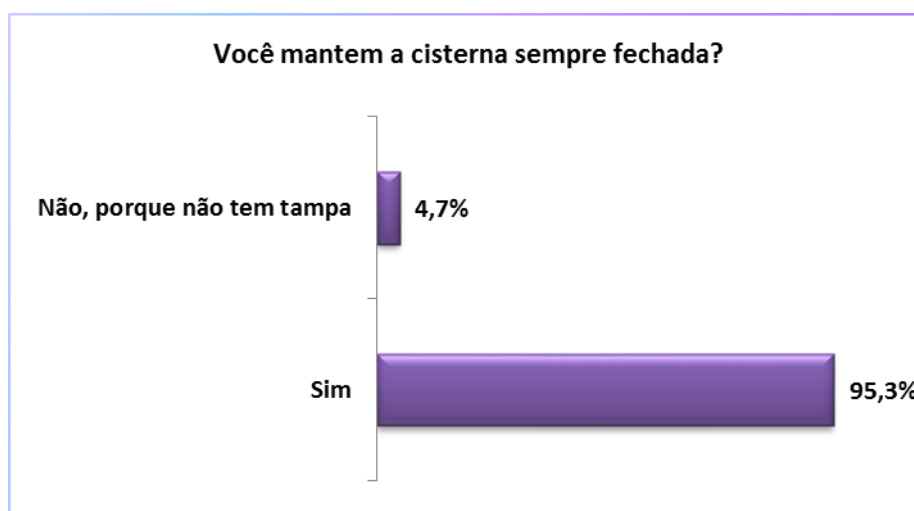


Figura 21. Cisternas fechadas em Poço Redondo, Sergipe.



A maioria das famílias entrevistadas possui cisternas do tipo placa de cimento (**Figura 22**) que foram implantadas pelo P1MC e que possui a finalidade de armazenamento da água para consumo humano como beber e cozinhar. Por ser um programa que existe desde ano de 2003, é também o que mais atendeu a região. Entretanto, atualmente, o número de famílias que estão sendo atendidas pelas cisternas de polietileno, do programa federal Águas para Todos, está crescendo devido à relativa praticidade de obtenção do reservatório.

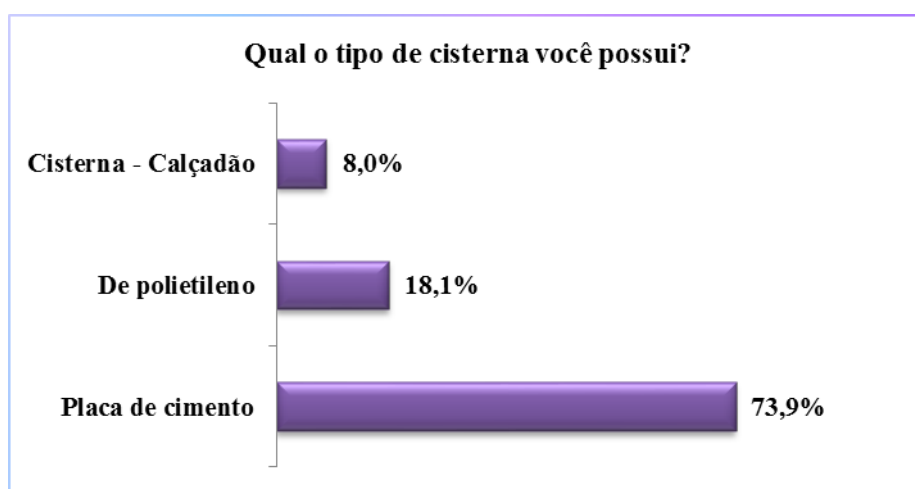


Figura 22. Tipo de cisterna existente no município de Poço Redondo, Sergipe.

Os usos da água de cisterna em sua maioria referem-se a beber e cozinhar (**Figura 23**), mas outras atividades como tomar banho e lavar louças foram mencionados, além de dar de beber para os animais domésticos como cachorros, gatos e galinhas, e à agricultura que nesse sentido refere-se às poucas plantações de verduras, legumes ou frutíferas ao redor da residência.

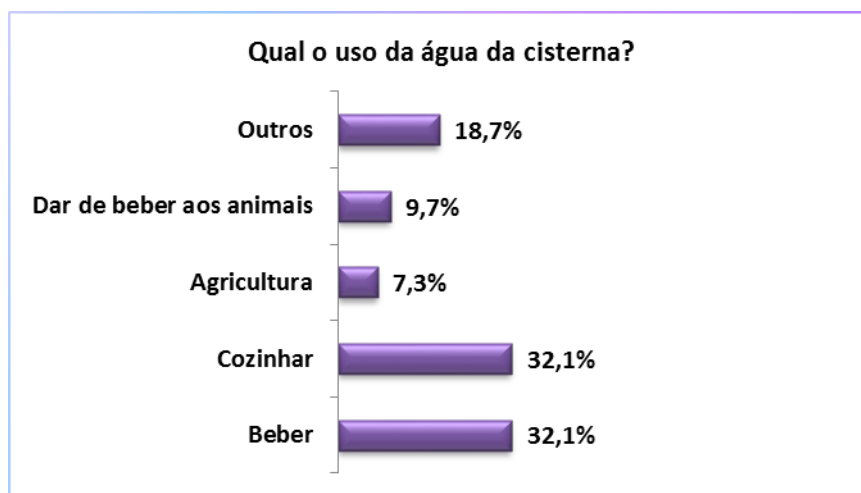


Figura 23. Uso da água de cisterna no município de Poço Redondo, Sergipe.

No que se refere à chuva, captação e manejo das cisternas, aproximadamente 80% das famílias responderam captar água de chuva (**Figura 24**). Os que não captam informaram não ter os canos ou calhas, ou porque possuem água encanada na residência, mas apesar da falta de água constante, utilizam a cisterna para encher e armazenar a água do sistema de abastecimento público, quando há água nas torneiras.

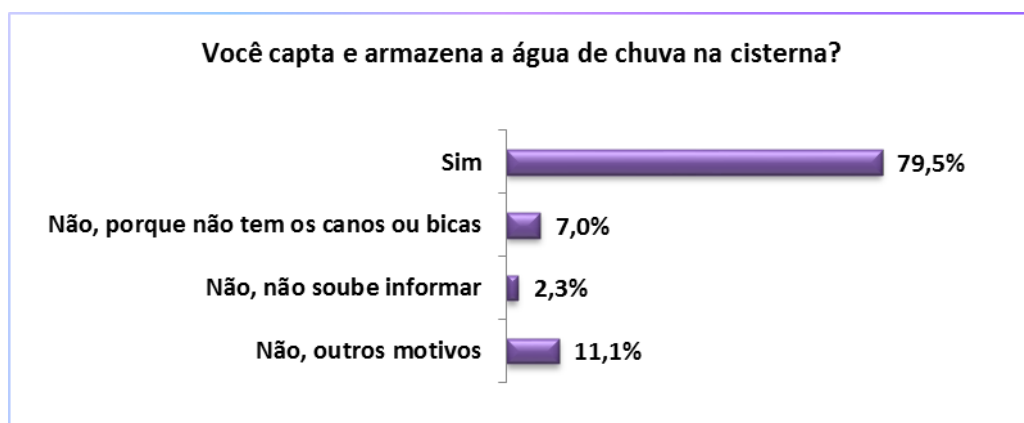


Figura 24. Captação e armazenamento da água da chuva em cisternas de Poço Redondo, Sergipe.

Em entrevistas realizadas com a família “A” e família “D” foi questionado sobre a quantidade de chuva e a capacidade de armazenamento na cisterna, ou seja, se quando chove na região nos meses de inverno a quantidade de chuva enche a cisterna. E apesar dos cálculos demonstrarem que há déficits ao se relacionar a mediana de chuvas com a área de captação, as famílias responderam que as cisternas são cheias completamente com água de chuva.

“ - Minha nossa senhora! Num cabe não, minha fia, só uma cisterna num cabe não, com essas chuva de inverno num güenta não, pode colocar umas trinta dessa (cisterna) que enche tudinho (risos)... num tem é mais cisterna pra nós armazenar água!” (Família “D”).

“ – Dá tranqüilo, dá... a chuva do inverno dá pra abastecer a cisterna, então dá pra gente acumular água na cisterna nesse tempo que é seco... dá, graças a Deus! (Família “A”).

As famílias costumam preparar a cisterna (limpar ou reparar) quando se aproxima o período de inverno ou quando vêm as primeiras trovoadas anunciando chuva na região (**Figura 25**). A limpeza da cisterna está associada ao mantimento da qualidade da água armazenada, possuindo frequência muito variada entre as famílias entrevistadas, uma vez que a limpeza da cisterna implica diretamente em deixá-la secar, ou seja, não ter água armazenada no reservatório, o que gera um risco muito grande sobre a falta de água na residência (**Figura 26**).



Figura 25. Preparo da cisterna antes do inverno no município de Poço Redondo, Sergipe.

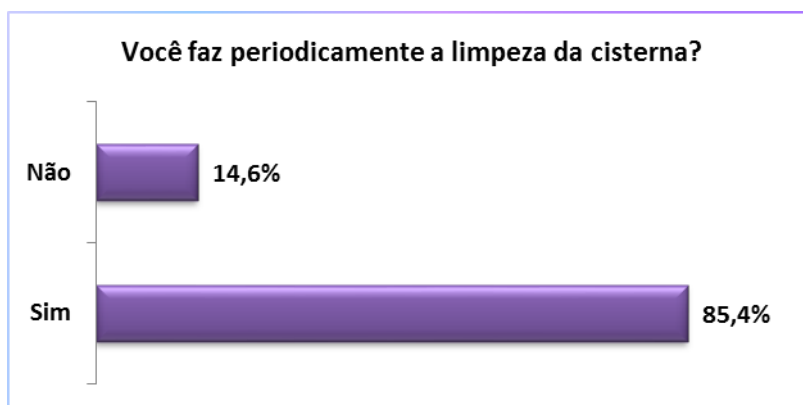


Figura 26. Limpeza periódica das cisternas no município de Poço Redondo, Sergipe.

A água da chuva geralmente é limpa e boa para o consumo humano, principalmente quando captada longe de polos industriais, como é o caso da área rural do município de Poço Redondo. As pessoas que responderam não fazer a limpeza periodicamente são as que receberam as cisternas há menos de um ano ou alegaram não deixar a cisterna ficar vazia porque nunca se sabia quando teria água novamente.

Alguns aspectos são bastante importantes na influência sobre a qualidade da água armazenada na cisterna. Além da limpeza periódica do reservatório, das calhas e tubulações, é necessário realizar o desvio das primeiras águas de chuva que carrega a sujeira dos telhados (folhas, fezes de aves e roedores, poeiras, detritos e microrganismos). Essa metodologia é ensinada nos cursos de capacitação que as famílias participam junto às instituições executoras na construção ou entrega das cisternas.

No estudo realizado, aproximadamente 80% das famílias afirmaram fazer o desvio das primeiras águas de chuva (**Figura 27**):

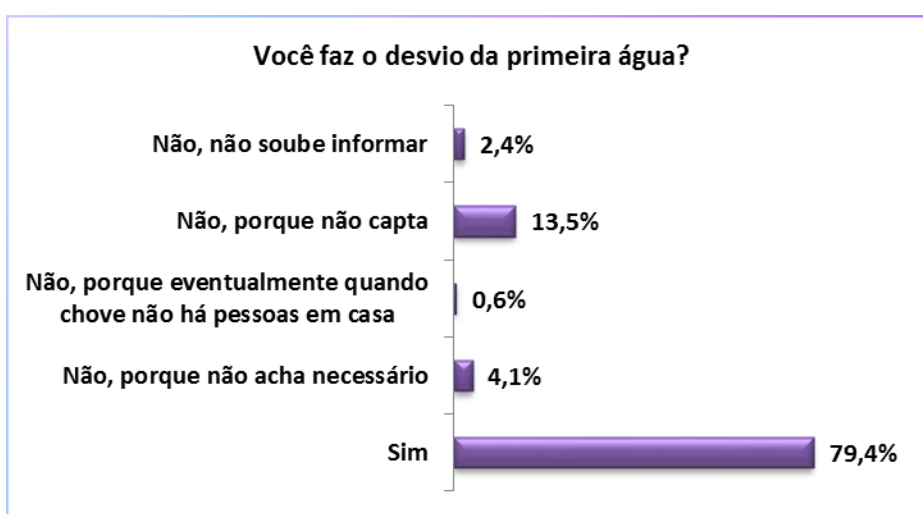


Figura 27. Desvio das primeiras águas de chuva das cisternas no município de Poço Redondo, Sergipe.

Mas após a construção ou entrega das cisternas não houve acompanhamento das instituições para apoio às famílias nos casos em que ocorrem rachaduras nas cisternas, ou mesmo para reforçar sobre a importância do desvio das primeiras águas (**Figura 28**).



Figura 28. Acompanhamento das instituições capacitadoras no município de Poço Redondo, Sergipe.

Quase 90% das famílias entrevistadas afirmaram utilizar um balde amarrado a uma corda para a retirada da água da cisterna (**Figura 29**). O uso de balde constitui outra possível fonte geradora de contaminação da água. Uma vez que o balde esteja sujo, ou contaminado, e for colocado dentro da cisterna para a retirada da água, toda a água estará contaminada.



Figura 29. Uso de baldes nas cisternas no município de Poço Redondo, Sergipe.

Entretanto, ao compreender as situações em que o sertanejo vive, onde cada pessoa constrói seu próprio ambiente de acordo com suas possibilidades e necessidades, passa-se a considerar o uso dos baldes como estratégia de resolutividade das dificuldades encontradas por eles. Então, buscou-se questionar sobre o balde utilizado para a retirada da água. Aproximadamente, 80% afirmaram usar um balde específico somente para a cisterna, mas ainda 20% das pessoas afirmam utilizar o balde em outras atividades domésticas (**Figura 30**):

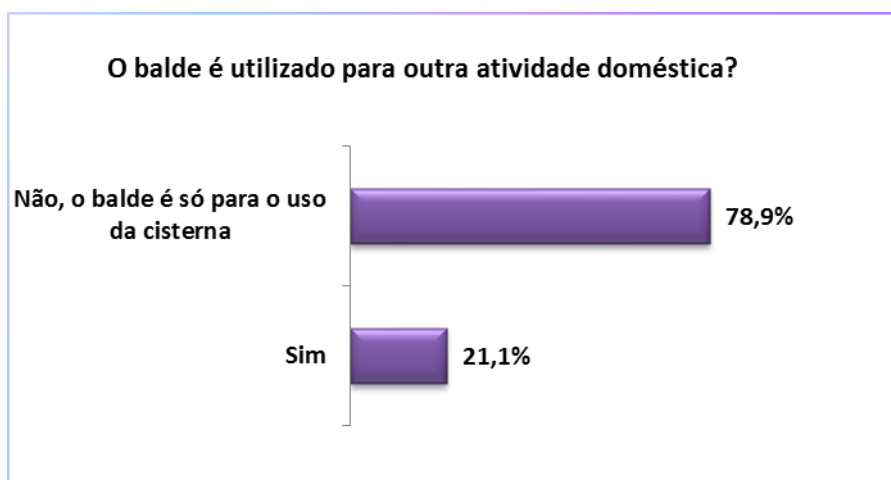


Figura 30. Exclusividade de uso do balde nas cisternas no município de Poço Redondo, Sergipe.

Ao serem questionados sobre a realização de tratamento da água antes de ser consumida, seja para beber ou cozinhar, apenas 60% afirmaram colocar cloro na água da cisterna que é distribuído pelo agente de saúde ou colocado diretamente na cisterna pelo motorista do caminhão-pipa (**Figura 31**).

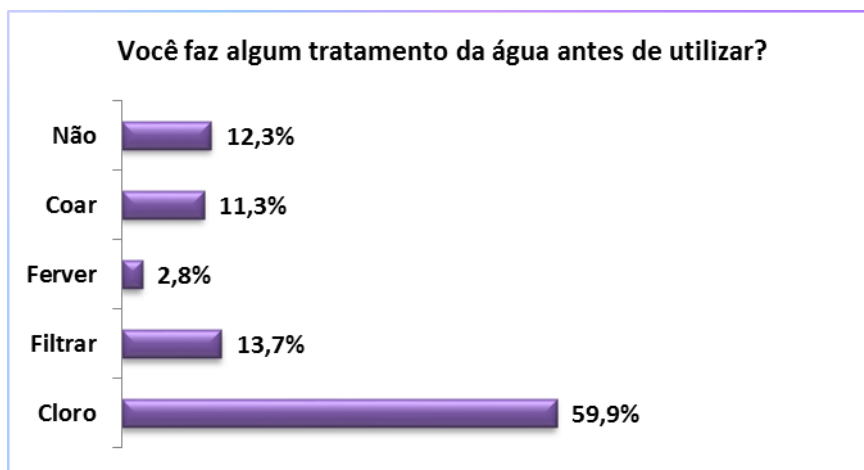


Figura 31. Tratamento da água de chuva antes de utilizar no município de Poço Redondo, Sergipe.

Sendo a água caracterizada como um veículo de transporte de substâncias ou doenças, questionou-se sobre a contração de algum tipo de doença de veiculação hídrica (**Figura 32**):

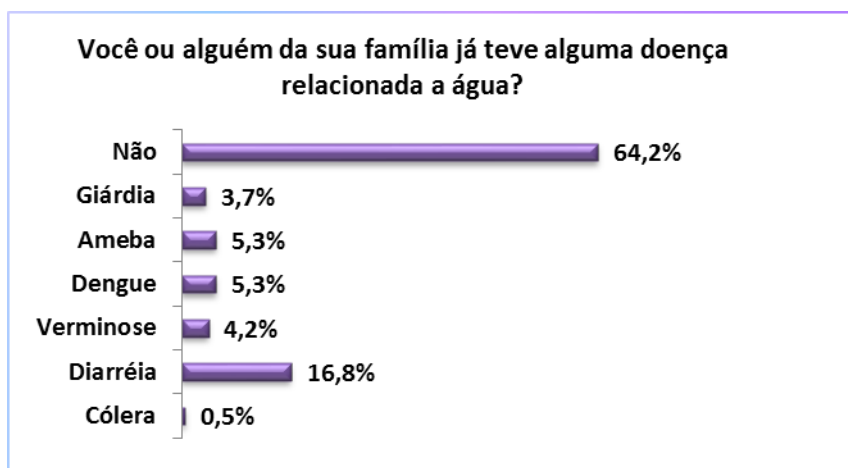


Figura 32. Doenças relacionadas à água no município de Poço Redondo, Sergipe.

Interessante observar que os agentes de saúde frequentemente visitam as residências para medir pressão arterial dos adultos, pesar as crianças, levar medicamentos às pessoas diabéticas ou com problemas de pressão alta, mas não observam a cisterna e nem levam cloro para ser colocada na água de consumo (**Figura 33**):



Figura 33. Visita de agente de saúde no município de Poço Redondo, Sergipe.

Aproximadamente 100% das famílias afirmaram que a vigilância sanitária nunca realizou algum tipo de visita (**Figura 34**). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) atua não em um único setor específico, mas em todos os setores relacionados a produtos e serviços que possam afetar a saúde da população brasileira. A ANVISA encontra-se vinculada ao Ministério da Saúde e integra o Sistema Único de Saúde (SUS), absorvendo seus princípios e diretrizes (ANVISA, 2012).

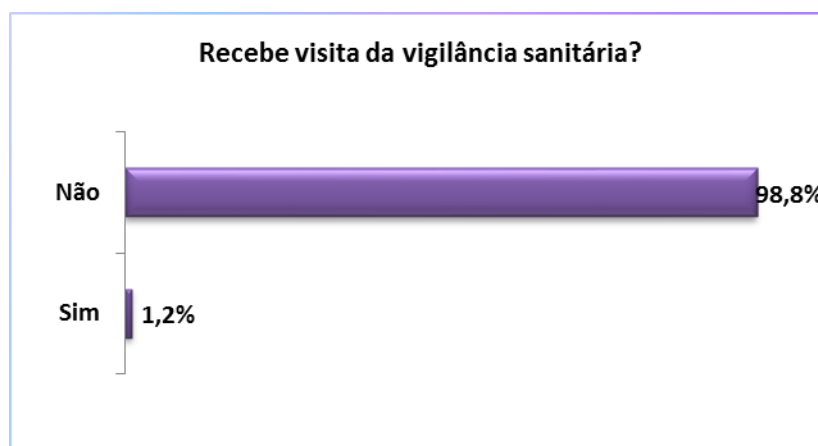


Figura 34. Visita da vigilância sanitária no município de Poço Redondo, Sergipe.

Nos meses de estiagem e nas comunidades que não possuem abastecimento de água encanada, é necessário o abastecimento das cisternas com água de carro-pipa que é realizada pelo poder público. Há também comunidades que possuem água encanada, mas que passam semanas sem água nas torneiras e compram água de carro-pipa, já que a defesa civil não disponibiliza o abastecimento com água de carro-pipa para as casas que possuem encanamento. Outros referem-se aos que buscam água na casa de vizinhos ou em escolas (**Figura 35**):

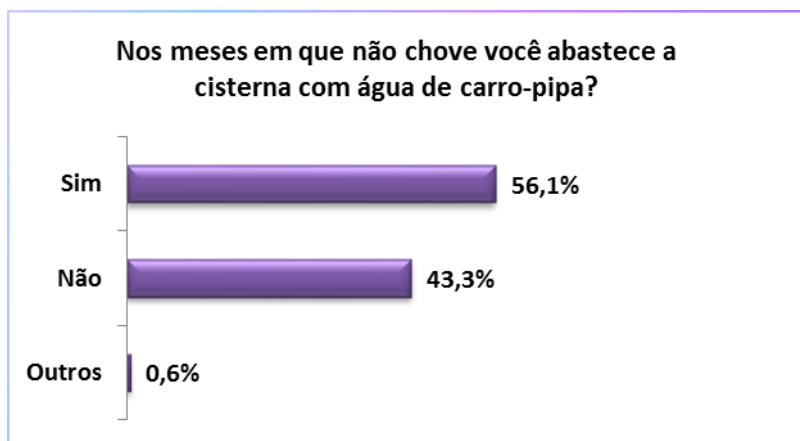


Figura 35. Abastecimento com carro pipa no município de Poço Redondo, Sergipe.

A Portaria 2.914 do MS, em seu artigo 16, informa que a água proveniente de solução alternativa coletiva ou individual, para fins de consumo humano, não poderá ser misturada com água da rede de distribuição. Mas na região em estudo as famílias compram água e armazenam nas cisternas quando passam semanas sem água da distribuição.

A procedência da água do carro-pipa é de grande importância no sentido da qualidade. Uma vez que toda água destinada ao consumo humano, distribuída por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância sanitária (Art. 3º, Portaria 2.914/11 M.S).

Aos entrevistados foi questionado sobre a procedência da água do carro-pipa, e a maioria das famílias responderam que vem do rio São Francisco, mas não souberam especificar o ponto de coleta (**Figura 36**):

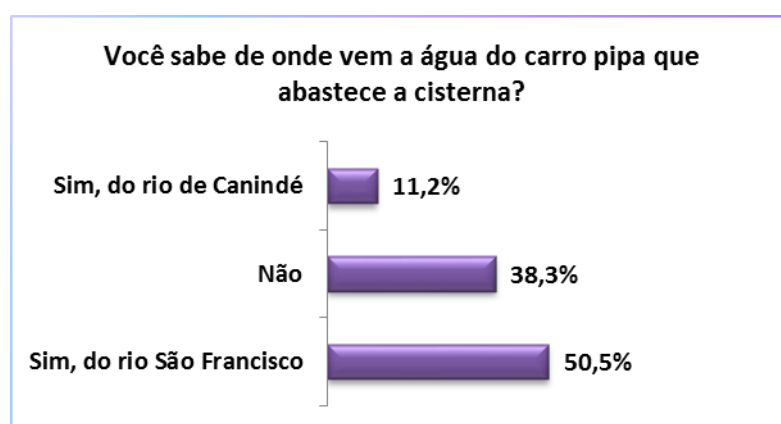


Figura 36. Procedência da água de carro pipa no município de Poço Redondo, Sergipe.



Ao serem questionados sobre as informações contidas no carro pipa, a maioria não soube responder, ou afirmou não saber ler (**Figura 37**).

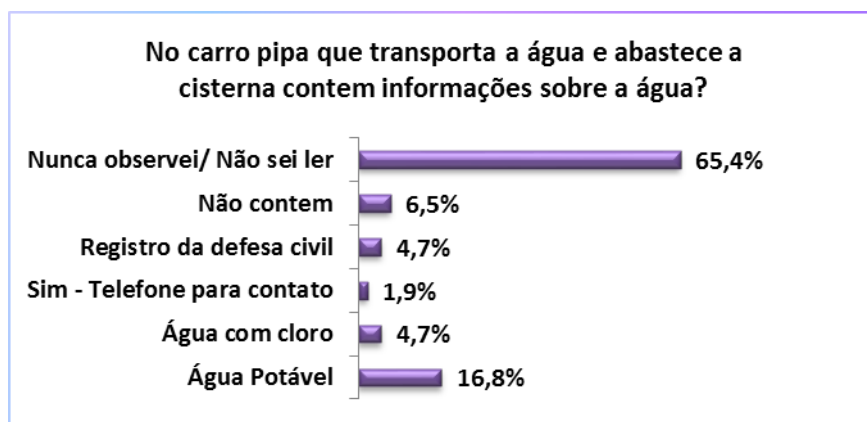


Figura 37. Informações no carro pipa no município de Poço Redondo, Sergipe.

Ainda assim, não se pode deixar de observar a melhoria de vida dos moradores do Sertão após a aquisição das cisternas, ter água armazenada perto de casa para beber e cozinhar, evitando longas caminhadas para buscar água em barragens favorece o conforto e dignidade das famílias sertanejas.

*“- Antes de construir as cisternas era muito difícil a água aqui porque quando chovia tinha água nas barragens, quando secava a barragem aí não tinha água em canto nenhum por aqui, então era um sofrimento! A gente tinha que se deslocar aqui de doze, quinze quilômetros pra ir buscar água em carro de boi, então era difícil né. A gente chegava até a ficar sem comida porque tinha comida, mas num tinha água pra cozinhar... Agora com essa cisterna melhorou, foi muito né, graças a Deus, isso é uma riqueza, é muito bom ter uma cisterna, inclusive hoje a gente não sofre tanto com falta d’água né, muito bom!”* (Família “C”).

*“- Antes de construir a cisterna, quando faltava água do cano ou suspendia as aulas ou pegava água do carro pipa, ligava pra Secretaria, eles que autorizavam pro carro vir trazer... depois da cisterna num colocou mais água de carro pipa aqui. Já faltou água até mais de mês e mesmo assim a cisterna abastece aqui.”* (Diretora de Escola).

Mesmo com as análises realizadas das águas de cisternas terem apresentado contaminação fecal em 100% e a presença de *E. coli* em até 81% das amostras, não se pode

comparar a qualidade da água de barragem que se bebia antes da construção ou aquisição dos reservatórios, com a qualidade da água que hoje as famílias armazenam nas cisternas.

*“-A água (da cisterna) é melhor! num tem comparação não! a água da barragem que a gente bebia tá lá exposta, os animais entram, urinam, que é água para os animais né, sapo, tudo lá... a gente bebia porque num tinha outra... antes a gente num tinha como tomar água de primeira qualidade não!” (Família A).*

A agricultura da região é caracterizada como de sequeiro com o plantio de milho, feijão e palma. Irrigação somente com as chuvas de inverno (**Figura 38**):

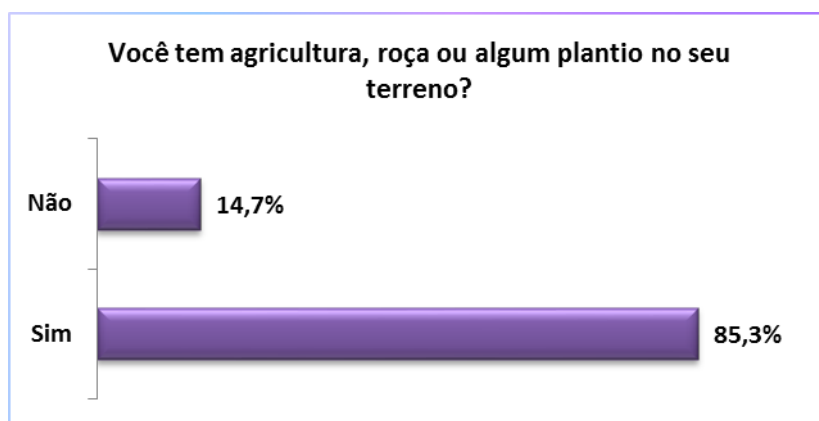


Figura 38. Roça no município de Poço Redondo, Sergipe.

Ninguém melhor que o sertanejo, que vive da agropecuária, para explicar a relação entre a mata de caatinga e os aspectos da precipitação, do ponto de vista do equilíbrio ecológico. O olhar do homem do campo sobre a natureza mostra que havia mais água quando existia mais caatinga:

*“– Se o Governo naquelas época atrás tivesse comprado grandes propriedades de terra e tivesse deixado a mata, hoje nós num tava vivendo o que nós ta vivendo hoje. Se os Governo naquele tempo, naquelas época, compra as terra que era parada e dissesse: ‘Aqui ninguém corta um pau’, eu acho que hoje nós tinha mais trovoada nessa região.*

*Quando nós vivia aqui e isso aqui era tudo mata, caatinga, nós tinha muito mais chuva. Hoje nós tamo num deserto, que nem aquele deserto véio do Saara pra lá, eu considero assim.*

*Porque eu que já me cansei dos meus sessenta anos aqui, e quando nós era menino nós via trovoadas! Se passasse um ano ou dois anos sem ter trovoadas, na outra você se preparasse, se tivesse tanque pra encher... era tanques e lagoas... essas lagoas que você vê por aqui hoje era tudo cheia, incobria o mundo de baixo pra cima, e hoje você num vê mais. Então quando nós existia com nossas caatinga, aquelas matona braba que tinha aí, parece que a chuva chegava melhor. Hoje descampinaram tudo e tão aí ói... Aqui, essas pedra aí era um mocó terrível, caça do mato. Me cansei de pegar quando era menino. Hoje tem uns dois se criando ali, tadinho, os bichinho...Porque quem sustenta a moiança e umidade que vem da terra é a forra da caatinga, essa folha que ela derruba, ela derruba no chão né, aí ela faz aquele forrinho e deixa ali forradinho. Ela deixa aquela forrajizinha ali pra queesse sol num penetrar na terra de cum força e num secar aquela umidade da terra que vai chamar aquela chuva”.*(Família A).

A relativa baixa quantidade de chuva na região associada à falta da mata nativa da caatinga e aos incentivos governamentais prejudica a criação de animais. Em sua maioria a produção atualmente relaciona-se às galinhas, onde apenas 30% dos entrevistados possuem em torno de 2 a 4 cabeças de gado (**Figura 39**):

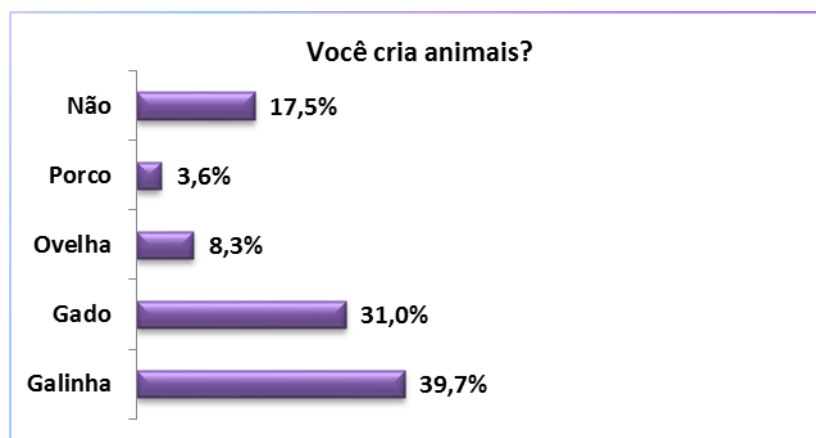


Figura 39. Criação de animais no município de Poço Redondo, Sergipe.

A dificuldade hoje em criar gado é sentida pelos moradores, como relata o morador da Família “E”:

*“- Eu nasci e me criei, minina, nesse sertão aqui, então hoje eu vinha pensando... Meu Deus! Quem foi isso aqui? Eu já me alcancei ali correndo atrás de boi daqui pá acolá, o povo pegando água numas pedra... pode arrepará que tem um varjero ali que tem uns tanque ali né? Eu cá comigo disse: o mundo já se acabou-se! Porque tanto que tinha que*

*furmicava.... hoje o gadinho muito pouco tão se criando. Naquele tempo era boi que furmicava, nós num tinha a bondade que tem hoje. Se nós tivesse naquele tempo o que nós tem hoje, que é estrada, é uma cisterna dessa, é água pra todo canto aí, a vida era outra. Mas naquele tempo a dificuldade que nós tinha era a água, hoje nós tem a água e num tem os bicho pra criar.” (Família “E”).*

*“- O pessoal tem os animais também que precisa sobreviver e aí num tempo desse de seca compra água cara porque não tem. Pra você ver até as lamas das barragem a gorata seca né, precisa muito de que os órgãos fizesse essa parte também de ajudar as comunidades todas de tirar a lama das barragem, que quando a chuva vem, aí as barragem ta entupida aí a água vai ser de péssima qualidade e também já vai tomar um pouco dessa água né.” (Família B).*

Os anseios das famílias sertanejas, nessa região de estudo, estão associados à construção ou distribuição de mais cisternas, porque ainda existem famílias que não possuem e os que possuem dividem a água com os vizinhos. Ao envio de carros pipa mesmo em comunidades que possuem a rede de distribuição de água, uma vez que é comum passarem muitas semanas sem água na torneira. A construção de grandes barragens para acumular água no período de chuvas junto com o apoio dos Governos para a limpeza e retirada das lamas na época de estiagem.

*“- A seca é muito grande aqui também porque não tem grandes barragens, por exemplo, tem locais que não tem condições né, o chão não é adequado, mas é alguns lugares, mas tem muitos lugares aí de construir grandes barragens que possa encher e passar dois até cinco anos, a depender do tamanho da barragem né, pode acumular muita água. E isso é uma coisa que é urgente né, já devia ter sido construído, mas a gente espera que isso aconteça, porque no dia que acontecer a construção de barragens o sertão muda a situação pra melhor.”*

Nas escolas, os anseios se fazem sobre a ligação da cisterna aos encanamentos, para que as mulheres (merendeiras e funcionárias em geral) não precisassem passar o dia inteiro carregando baldes pesados já que o uso de água nas escolas é intensificado para a realização refeições e limpezas. Outra necessidade urgente é o acompanhamento com manutenções periódicas das cisternas uma vez que surgem rachaduras, ou as bicas saem do lugar com os ventos ou a força da água.

## CONCLUSÕES

## 4 CONCLUSÕES

O município de Poço Redondo possui déficit hídrico praticamente todo o ano, influenciando diretamente sobre a disponibilidade e consumo de água pelos moradores da região, principalmente nas residências com sistemas de captação com tamanhos inferiores a 70 m<sup>2</sup>.

A contaminação microbiológica e as variações nas características físico-químicas das águas das cisternas estão associadas à deficiência do manejo da cisterna, ao uso incorreto de baldes, à carência de limpeza do reservatório e do sistema de captação, e ao não-desvio das primeiras águas de chuva. Além do abastecimento das cisternas através de carro-pipa sem o conhecimento sobre a procedência da água.

Apesar da pouca quantidade de chuva na região, da verificação de contaminação microbiológica e variações nas características físico-químicas das águas das cisternas, as famílias poço-redondenses estão satisfeitas por terem as cisternas como reservatórios para armazenar a água seja da chuva, da rede de distribuição ou dos carros-pipa, melhorando assim a qualidade de vida por haver água em casa principalmente para beber e cozinhar.

Ainda assim, é necessário o acompanhamento de órgãos da gestão pública da saúde para o monitoramento periódico da qualidade da água de consumo evitando, dessa maneira, doenças de veiculação hídrica. É também de fundamental importância a assistência das entidades capacitadoras para a realização periódica de cursos sobre reparos nas cisternas e no sistema de captação, diminuindo as perdas de água em todo o sistema, e auxiliando na melhoria da qualidade da água armazenada, bem como o tratamento antes do uso.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASA Brasil – Articulação com o Semiárido Brasileiro. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br>> Acesso em 2014.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas, RS, Ed. Universitária/UFPel, 1996.

ALMEIDA, H. A.; FARIAS, M. P. **Regime pluvial e potencial de captação de água de chuva para as microrregiões mais secas da Paraíba**. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo da Água de chuva, 8, Campina Grande – PB, 2012.

ALMEIDA, H. A.; GOMES, M. V. de A. **Potencial para captação de água de chuva: alternativa de abastecimento de água nas escolas públicas de Cuité-PB**. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Guarapari, ES, 2011.

ALVES, F.; LUZ, J.; FIGUEIRAS, M. L.; MEDEIROS, L. L.; SANTOS, S. M.; GAVAZZA, S. **Qualidade de água em cisternas no Semiárido pernambucano**. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Campina Grande – Paraíba, 2012.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. **Avaliação da qualidade microbiológica de cisterna: estudo de caso no município de Petrolina – PE**. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 8, Campina Grande - PB, 2001.

AMORIM, J. E. **Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro** / Organizadores, Dermeval Araujo Furtado, José Geraldo de Vasconcelos Baracuh, Paulo Roberto Megna Francisco, Silvana Fernandes Neto, Verneck Abrantes de Sousa. Campina Grande, EPGRAF, 2014.

ANDRADE, F. E. S. de; RODRIGUES, C. T. A.; BARROS JUNIOR, G. **Mapeamento do potencial de aproveitamento da água das chuvas no estado de Pernambuco**. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 9, Feira de Santana - BA, 2014.

ANDRADE, K. M. **Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul**. 2005. 185f. (INPE-14056-TDI/1067). Dissertação de mestrado em Meteorologia – INPE – São José dos Campos, 2005.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Florianópolis: Editora UFSC, 6ª Ed. 2006.

BARDIN, L. **Análise do Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA 2008.

BARRA, T. da S.; COSTA, J. M. N. da; RAO, T. V. R.; SEDYAMA, G. C.; FERREIRA, W. P. M.; NETO, F. S. D. **Caracterização climatológica da severidade de secas do Estado do Ceará – Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.2, Campina Grande, PB, 2002.

BRANCO, S. M.; AZEVEDO, S. M. F. O.; TUNDISI, J. G. **Água e saúde humana**. In: **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação** / organizadores Aldo da Cunha



Rebouças, Benedito Braga. José Galizia Tundisi. - 3. ed. - São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União** nº 239, Seção 1, p. 39-46.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** nº 053 de 18/03/2005, págs. 58-63.

BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. s. B. de; GAMA, G. F. B. **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. 1. Petrolina: EMBRAPA, 2007.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. B. Produção de alimentos com água de chuva armazenada em cisterna. In: **Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro** / Organizadores, Dermeval Araújo Furtado, José Geraldo de Vasconcelos Baracuh, Paulo Roberto Megna Francisco, Silvana Fernandes Neto, Verneck Abrantes de Sousa. Campina Grande, EPGRAF, 2014.

CABRAL, L. N.; ALMEIDA, H. A.; PEREIRA, S. S.; ALVES, T. L. B. **Potencial de captação de água de chuva na zonas rurais de Pocinhos e Campina Grande**. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo da Água de chuva, 8, Campina Grande – PB, 2012.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. **Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para região Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Brasil, v. 10, n.1, 2006.

CHACON, S. S. O sertanejo e o caminho das águas: políticas públicas, modernidades e sustentabilidade no semi-árido. Editora Banco do Nordeste, 2007.

CLARKE, R. Soft technology: blueprint for a research community. London: Jonathan Cape, 1976.

CORDEIRO, K. W.; FOSCACHES, C. A. L.; FARIA, P. de S.; LOPES, J. C de J. **A tecnologia social e o modo de produção de hortaliças da comunidade quilombola chácara Buriti, Campo Grande – MS**. 48º Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – Tecnologia, Desenvolvimento e Integração Social, 25 a 28 de julho de 2010.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/codevasf-atinge-meta-de-172-mil-cisternas-instaladas>. Acesso em dezembro de 2014.

CUADRAT, J. M.; PITA, M. F. **Climatología**. Tercera Edición, Cátedra Geografía, Madrid, 1997.

DAGNINO, R.; BRADÃO, F. C.; NOVAES, H. T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento** / Fundação Banco do Brasil – Rio de Janeiro: 2004.

DICKSON, D. Alternative technology and politics of technical change. London: Fontana, 1974.

DINIZ, F. A. Circulação Anticiclônica da Alta da Bolívia associada com chuva na região nordeste, situação: 08 a 12/03/88. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 5, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro – RJ: SMMET. P. 29-33, set. 1988.

DINIZ, F. A. **Distribuição espaço-temporal de chuvas extremas no estado da Paraíba**. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande – Paraíba, 2013.

EMDAGRO – **Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe**. Disponível em: <<http://www.emdagro.se.gov.br>>

FERNANDES, R. O.; SILVA, W. O.; NÉBREGA, R. L. B. Avaliação quantitativa do potencial de aproveitamento de água de chuva na região metropolitana do cariri cearense. In: Simpósio Brasileiro de Manejo e Captação de Água de Chuva, 8, Campina Grande, PB, 2012.

FILHO, F. de A. de S.; **Variabilidade e Mudança Climática nos semi-áridos brasileiros. Clima e Recursos Hídricos no Brasil** / organizado por Carlos E. M. Tucci, Benedito Braga – Porto Alegre: ABRH, 2003.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. In: Métodos de Pesquisa** [Organizado por] GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.; – Planejamento e Gestão para o desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS.-Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

FRANÇA, V. L. A. Um breve olhar sobre o sertão sergipano. In: **Múltiplos olhares sobre o semi-árido nordestino: sociedade, desenvolvimento, políticas públicas** / Organização de Tânia Elias Magno da Silva, Eliano Sérgio Azevedo Lopes – Aracaju: Fundação de Amparo à Pesquisa de Sergipe, 2003.

GAMACHE, J. F.; HOUSE, JR. J. A. Mesoscale air motions with a tropical squall line. **Monthly Weather Review American Meteorological Society**, Washington – EUA, v. 110, n. 02, p. 118-135, fev. 1982. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/loi/mwre>> Acesso em: fevereiro 2013.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.; **Métodos de Pesquisa** [Organizado por] – Planejamento e Gestão para o desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS.-Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GNADLINGER, J. **Colheita de água de chuva em áreas rurais**. Palestra no 2 Fórum Mundial da Água. Haia, Holanda, 2000.

GNADLINGER, J. **Captação de água de chuva para populações rurais em regiões áridas e semiáridas**. Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada. Juazeiro, BA, 2012.  
HASTENRATH, S.; HELLER, L. **Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil**. Quart. J. Roy. Meteor. Soc, v. 103, n. 435, p. 77-92, 1977.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=280540&search=sergipe|poco-redondo>. Acesso em Janeiro 2015.

IGNACY SACHS. Videoconferência para Rede de Tecnologia Social. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jPKjJ0tBjzo>. Publicado em 13 de outubro de 2009.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/curiosidade/tempo\\_clima.html](http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/curiosidade/tempo_clima.html). Acesso em: agosto de 2014.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatinga: características e uso agrícola. In: **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação** / editores técnicos: Iêdo Bezerra Sá, Pedro Carlos Gama da Silva. – Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

KOEPPEN, W. Climatologia. **Con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México – Buenos Aires, 1948.

KOUSKY, V. E. **Frontal influences on Northeast Brazil**. Monthly Weather Review, Washington – EUA. v. 107. n. 09, p. 1140 – 1153, 1979.

KOUSKY, V. E. **Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil**. Monthly Weather Reviewv. 108, 488-498, 1980.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. Tellus, v.33, n.6, p. 538-551, 1991.

KRISHAN, A. Agroclimatic Classification Methods and their Application in India. In: **Climatic Classification: a Consultants' Meeting**. ICRISAT, Patancheru, 1980.

LIMA, E. S.; PINTO, J. E. S. S. **Contribuições teóricas sobre os principais sistemas meteorológicos em Sergipe**. Revista Geonorte, Edição especial 2, v. 1, n. 5, p. 502-514, 2012.

LIMA, A. R. F.; SILVA, E. G.; SILVA, M. J. P.; CRUZ, P. S. **Caracterização física e química da água armazenada em cisternas no município de Vertente de Lério-PE**. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 9, Feira de Santana - BA, 2014.

MELLO, N. G. S.; SAKAMOTO, M. S.; TORSANI, J. A. Estudo de caso de um sistema convectivo de mesoescala – SCM observado no nordeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 9, Campos do Jordão, SP. **Anais...**, Campos do Jordão, p. 887 – 890, set. 1996.

MANUAL TÉCNICO PARA COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA, Florianópolis, SC – 2009. Disponível em:

<[http://www.mpsc.mp.br/portal/conteudo/cao/cme/atividades/recursos\\_hidricos/manual\\_coleta\\_%C3%A1gua.pdf](http://www.mpsc.mp.br/portal/conteudo/cao/cme/atividades/recursos_hidricos/manual_coleta_%C3%A1gua.pdf)>. Acesso em: 2013.

MARENGO, J. A.; Alves, L. M.; Beserra, E. A.; Lacerda, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no Semiárido brasileiro. In: **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas**. Editores: Salomão de Sousa Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Paz – Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

MEDEIROS, R. M. de; BORGES, C. K.; SANTOS, L. J. V. dos; FRANCISCO, P. R. M.; SOUSA, F. de A. de. **Análise da precipitação e do número de dias de chuva no município de Teresina como subsídio para a captação de águas pluviais**. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Campina Grande - PB, 14 a 17 de agosto de 2012. CD ROM.

MDS. **Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome**. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/segurancaalimentar/acessoagua/cisternas>> Acesso em 2015.

MONTENEGRO, A. A. A. & MONTENEGRO S. M. G. L. **Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**. In: GHEYI, H. R. et al. (Ed). Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. Campina Grande – PB: Instituto Nacional do Semiárido; Cruz das Almas – BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. **On the dynamics of droughts in the Northeast Brazil: observations, theory, and numerical experiments with a general circulation model**. J. Atmos. Sci, v. 38, n.12, p. 2653-2675, 1981.

MOURA, M. S.; GALVÍNIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; SÁ, I. I. de; LEITE, W. de M. **Influência da Precipitação Pluviométrica nas Áreas de Captação de Água de Chuva na Bahia**. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 6. Anais... Belo Horizonte: ABCMAC. 2007. CD ROM.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa – características, usos e potencialidades. **Cadernos de pesquisa em administração**. São Paulo, V. 1, n. 3, 1996.

NÓBREGA, J. N. da; SANTOS, C. A. C. dos; GOMES, O. M.; BEZERRA, B. G.; BRITO, J. I. B. de. **Eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos tropicais**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.29, n.2, 2014.

OLIVEIRA, D. B. S. de. **Uso das tecnologias sociais hídricas na zona rural do Semiárido paraibano: do combate a seca à convivência com o Semiárido**. Universidade Federal da Paraíba, Programa de pós-graduação em Geografia (Dissertação de Mestrado). João Pessoa, Paraíba, 2013.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal** – São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981.

PALHARES, J. C. P.; GUIDONE, A. L. **Qualidade da água da chuva armazenada em cisterna utilizada BA dessedentação de suínos e bovinos de corte**. Revista Ambiental e Água – Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 7, n. 1, 2012.

PINTO, J. E. S. de; AGUIAR NETTO, A. de O. **Clima, Geografia e Agrometeorologia: uma abordagem interdisciplinar**. São Cristóvão: Editora UFS; Aracaju: Fundação Oviedo Teixeira, 2008.

PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L. Conservação e uso racional de água na agricultura dependente de chuvas. In: **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas**. Editores: Salomão de Sousa Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Paz – Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

RATISBONA, C. R. **The climate of Brazil**. In: **Climates of Central and South America**. World Survey of Climatology, Elsevier, Amsterdam-Holanda, v. 12, p. 219-293, 1976).

RODRIGUES, I.; BARBIERE, J. C. **A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável**. Revista de Administração Pública (Impresso), v.42, p. 1069 – 1094, 2008.

ROLIM, G. S. & SENTELHAS, P. C. **Balanco hídrico normal por Thornthwaite & Mather (1955) V5.0**, Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia – ESALQ / USP, 1999.

RTS – **Rede de Tecnologia Social**. Disponível em: <<http://rts.ibict.br/>> Acesso em 2013.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. de A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada** - São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

SACHS, I. **Videoconferência Economista Ignacy Sachs** – parte 1. Canal: RTS – Rede de Tecnologia Social, 2009. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=jPKjJ0tBjzo&list=UUWhL\\_lAZi41NFw\\_JxuQmtpQ](https://www.youtube.com/watch?v=jPKjJ0tBjzo&list=UUWhL_lAZi41NFw_JxuQmtpQ)> Acesso em agosto de 2014.

SANTOS, C. A.; BRITO, J. I. B. Analysis of indices of extremes for the semi-arid of Brazil and its relations with SST and NDVI. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.22, n. 3, dez. 2007.

SANTOS, M. J. dos; ARAUJO, L. E.; Oliveira, E. M.; SILVA, B. B. **Seca, precipitação e captação de água de chuva no Semiárido de Sergipe**. Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v.6, n.1, 2009.

SANTOS, D. B. dos; SANTANA, G. da S.; AZEVEDO, D. de O.; SILVA, A. J. P. da; NETO, M. D. da S. Captação de água da chuva para fins agropecuários no Semiárido. In: **Recursos hídricos em regiões semiáridas** / editores, Hans Raj Gheyi, Vital Pedro da Silva Paz, Salomão de Sousa Medeiros, Carlos de Oliveira Galvão – Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry for environmental engineering**. 4. Ed. New York: McGraw-Hill, 1994.

SCHUMACHER, E. F. **O negócio é ser pequeno: um estudo de economia que leva em conta as pessoas**. Rio de Janeiro: Zahar Editodes, 1979.

SCHÜRING, K.; SCHWIENTEK, S. **Quality of Rainwater for domestic purposes harvested in different catchment systems within the semi-arid region of northeast Brasil Project Report**. Convenio Universidade de Ciências Aplicadas de Bremen, Alemanha e Universidade federal de Pernambuco, Brasil, 2005.

SENTELHAS, P. C., ANGELOCCI, L. R. **Balanço hídrico climatológico normal e seqüencial, de cultura e para manejo da irrigação**. LCE 306 – Meteorologia Agrícola - Aula 9, ESALQ/USP, 2009.

SEMARH/SRH – Caracterização Climática. **Centro de Meteorologia da Secretaria de Recursos Hídricos de Sergipe**. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/meteorologia/modules/tinyd0/index.php?id=45>> Acesso em: agosto de 2014.

SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B. de; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. b.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação** / editores técnicos: Iêdo Bezerra Sá, Pedro Carlos Gama da Silva. – Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

SILVA, F. de A. S.; RAO, T. V. R. **Regimes pluviais, estação chuvosa e probabilidade de ocorrência de veranicos no Estado do Ceará**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.3, Campina Grande, PB, 2002.

SILVA, N. M.; COELHO, A. P. B.; PERELLO, L.; MORAES, L. R. S. **Qualidade microbiológica das águas pluviais armazenadas em cisternas da área rural de Inhambupe, Semiárido baiano: estudos de fatores intervenientes**. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 8. Campina Grande – Paraíba, 2012.

SOBRINHO, J. E.; PEREIRA, V. da C.; OLIVEIRA, A. D. de; SANTOS, W. de O.; SILVA, N. K. C.; MANICÓBA, R. M. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró – RN. Período: 1900 – 2010**. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Guarapari – ES, 2011.

SIRHSE – Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Disponível em: <[http://sirhse.semarh.se.gov.br/sirhse/index.php/macroplanejamento/bacias\\_hidrograficas/estadoClima/estado](http://sirhse.semarh.se.gov.br/sirhse/index.php/macroplanejamento/bacias_hidrograficas/estadoClima/estado)> - Acesso em agosto de 2014.

TAVARES, A. C. **Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no Semiárido Paraibano**. Campina Grande, 2009. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Estadual e Federal da Paraíba.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centeron, NJ: Drexel Institute of Technology, 1955.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. Navegar Editora, 2.ed., 2003.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 1 ed. 17. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

TUCCI, E. M. C. **Processos hidrológicos e os impactos do uso do solo**. In: Clima e Recursos Hídricos no Brasil / organizado por Carlos E. M. Tucci, Benedito Braga – Porto Alegre: ABRH, 2003.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). **Unicef Handbook On Water Quality**. New York, 2008.

UFS/SEPLAN, **Atlas de Sergipe**, Aracaju: UFS/SEPLAN, 1979.

UVO, C. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na Região Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, 99 f. São José dos Campos, 1989.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia** – Brasília: INMET, Gráfica e Editora Stilo, 2000.

VIANELO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1991.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.

WILLOUGHBY, K. W. Technology choice: a critique of appropriate technology movement. London: Intermediate Technology Publications, 1990.

XAVIER, R. P. **Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no Semiárido paraibano**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade federal de Campina Grande – PB, 2010.

XAVIER, T. M. B. S. **Tempo de Chuva**. Estudos climáticos e previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional. Fortaleza – Ceará: ABC editora, 2001.

YAMAZAKI, Y.;RAO, V. B. Tropical cloudness over south atlantic ocean. **Journal of the Metereological Society of Japan**, Toquio-Japan, v. 55, p. 204-207, 1977.

## **ANEXOS E APÊNDICES**



# APÊNDICE A – RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS



## INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO ESTADO DE SERGIPE

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

### Revisão de Relatório de Ensaios ITPS Nº 1957/13A

Revisão 01

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente

<b>Cliente</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	<b>Telefone</b>	91136411
<b>Endereço</b>	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	<b>Contato(s)</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA
<b>e-mail</b>	inajafrancisco@gmail.com	<b>Fax</b>	
<b>Amostra(s)</b>	Águas MB	<b>Recepção</b>	13/06/13

Motivo da revisão 01: mudar o nome do cliente.

<b>Amostra</b>	ÁGUA CISTERNA SERRA DA GUIA POÇO REDONDO/SE. SG1				<b>Código</b>	1957/13-01	<b>Coleta em</b>	12/06/13 12:00
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>Padrão (L1)</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>		<b>Data do Ensaio</b>	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		12/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		12/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

<b>Amostra</b>	ÁGUA CISTERNA SERRA DA GUIA POÇO REDONDO/SE. SG2. TRATADA COM CLORO.				<b>Código</b>	1957/13-02	<b>Coleta em</b>	12/06/13 12:00
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>Padrão (L1)</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>		<b>Data do Ensaio</b>	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		12/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		12/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

<b>Amostra</b>	ÁGUA CISTERNA POVOADO CILTRADO POÇO REDONDO/SE. SAL.				<b>Código</b>	1957/13-03	<b>Coleta em</b>	12/06/13 12:30
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>Padrão (L1)</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>		<b>Data do Ensaio</b>	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		12/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		12/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

<b>Amostra</b>	ÁGUA CISTERNA POVOADO SANTA ROSA DO EMIRIO/POÇO REDONDO/SE. STA.				<b>Código</b>	1957/13-04	<b>Coleta em</b>	12/06/13 13:00
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>Padrão (L1)</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>		<b>Data do Ensaio</b>	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		12/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		12/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Revisão de Relatório de Ensaios ITPS Nº 1957/13A**

Revisão 01

*Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente*

<b>Cliente</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	<b>Telefone</b>	91136411
<b>Endereço</b>	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	<b>Contato(s)</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA
<b>e-mail</b>	inajafrancisco@gmail.com	<b>Fax</b>	
<b>Amostra(s)</b>	Águas MB	<b>Recepção</b>	13/06/13

Motivo da revisão 01: mudar o nome do cliente.

**Legenda**

(L1): Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21ª. ed. Washington, 2005.

LQ: Limite de Quantificação do Método.

Parecer Técnico\*: Os pareceres, interpretações e opiniões expressos não fazem parte do escopo do sistema de qualidade deste laboratório com base na norma NBR ISO/IEC 17025.

**Observações**

COLABORAÇÃO AUTORIZADO PELA PRESIDENCIA

**Informações de Coleta**

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensalado é de inteira responsabilidade do cliente.

Aracaju, 20 de junho de 2013.

*ABarreto*

Angela de Menezes  
Barreto  
Química  
CRQ-SE - 07200183  
Lab. Microbiologia

*Eulina*

Eulina Maria Torres Silva  
Química Industrial  
08200178

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos


**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS Nº 2010/13**

Revisão 00

Cliente	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	Telefone	91136411
Endereço	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	Contato(s)	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA
e-mail	inajafrancisco@gmail.com	Fax	
Amostra(s)	Águas MB	Recepção	20/06/13

Amostra	CAL 1				Código	2010/13-01	Coleta em	19/06/13 10:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	CAL 2				Código	2010/13-02	Coleta em	19/06/13 10:30
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	
Escherichia Coli	Ausência	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", o resultado reportado neste relatório para o parâmetro Coliformes Totais nesta amostra **não atende** ao limite estabelecido.

Amostra	PP1				Código	2010/13-03	Coleta em	19/06/13 11:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	PP2				Código	2010/13-04	Coleta em	19/06/13 11:30
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	
Escherichia Coli	Ausência	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", o resultado reportado neste relatório para o parâmetro Coliformes Totais nesta amostra **não atende** ao limite estabelecido.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e águas que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.


**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS Nº 2010/13**

Revisão 00

<b>Cliente</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	<b>Telefone</b>	91136411
<b>Endereço</b>	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	<b>Contato(s)</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA
<b>e-mail</b>	inajafrancisco@gmail.com	<b>Fax</b>	
<b>Amostra(s)</b>	Águas MB	<b>Recepção</b>	20/06/13

Amostra	GAR 1				Código	2010/13-05	Coleta em	19/06/13 12:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	
Escherichia Coli	Ausência	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", o resultado reportado neste relatório para o parâmetro Coliformes Totais nesta amostra não atende ao limite estabelecido.

Amostra	GAR 2				Código	2010/13-06	Coleta em	19/06/13 12:30
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra não atendem aos limites estabelecidos.

Amostra	PG				Código	2010/13-07	Coleta em	19/06/13 13:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra não atendem aos limites estabelecidos.

Amostra	LD				Código	2010/13-08	Coleta em	19/06/13 13:30
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A		20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra não atendem aos limites estabelecidos.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.




**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS Nº 2010/13**

Revisão 00

Cliente	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	Telefone	91136411
Endereço	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	Contato(s)	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA
e-mail	inajafrancisco@gmail.com	Fax	
Amostra(s)	Águas MB	Recepção	20/06/13

Amostra	LG					Código	2010/13-09	Coleta em	19/06/13 14:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método			Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A			20/06/13	
Escherichia Coli	Ausência	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A			20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", o resultado reportado neste relatório para o parâmetro Coliformes Totais nesta amostra **não atende** ao limite estabelecido.

Amostra	CAN					Código	2010/13-10	Coleta em	19/06/13 14:30
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método			Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A			20/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A			20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	ANA					Código	2010/13-11	Coleta em	19/06/13 15:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método			Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A			20/06/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223-A			20/06/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.



# INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO ESTADO DE SERGIPE

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

## Relatório de Ensaios ITPS Nº 2010/13

Revisão 00

Cliente	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	Telefone	91136411
Endereço	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	Contato(s)	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA
e-mail	inajafrancisco@gmail.com	Fax	
Amostra(s)	Águas MB	Recepção	20/06/13

### Legenda

(L1): Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21ª. ed. Washington, 2005.

LQ: Limite de Quantificação do Método.

Parecer Técnico: Os pareceres, interpretações e opiniões expressos não fazem parte do escopo do sistema de qualidade deste laboratório com base na norma NBR ISO/IEC 17025.

### Observações

TODAS AS AMOSTRAS SÃO ÁGUA DE CISTERNA.

COLABORAÇÃO AUTORIZADO PELA PRESIDÊNCIA

### Informações de Coleta

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensalado é de inteira responsabilidade do cliente.

Aracaju, 21 de junho de 2013.

*Eulina*

Eulina Maria Torres Silva  
Química Industrial  
08200178

*ABonito*

Angela de Menezes Barreto  
Química  
CRQ-SE - 07200183  
Lab. Microbiologia

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos.


**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS Nº 3381/13**

Revisão 00

Cliente	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	Telefone	91136411
Endereço	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	Contato(s)	
e-mail	inajafrancisco@gmail.com	Fax	
Amostra(s)	Águas MB	Recepção	07/11/13

Amostra	ANA				Código	3381/13-01	Coleta em	06/11/13 9:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	-	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Ausência	mL	Ausência em 100mL	-	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", o resultado reportado neste relatório para o parâmetro Coliformes totais nesta amostra **não atende** ao limite estabelecido.

Amostra	SAL				Código	3381/13-02	Coleta em	06/11/13 10:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	-	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	-	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	STA				Código	3381/13-03	Coleta em	06/11/13 11:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	-	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	-	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	PG				Código	3381/13-04	Coleta em	06/11/13 12:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	-	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	-	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.


**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS Nº 3381/13**

Revisão 00

<b>Cliente</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	<b>Telefone</b>	91136411
<b>Endereço</b>	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	<b>Contato(s)</b>	
<b>e-mail</b>	inajafrancisco@gmail.com	<b>Fax</b>	
<b>Amostra(s)</b>	Aguas MB	<b>Recepção</b>	07/11/13

Amostra	CAN					Código	3381/13-05	Coleta em	05/11/13 13:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método			Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A			07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A			07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	LG					Código	3381/13-06	Coleta em	05/11/13 13:15
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método			Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A			07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100ml	—	SMEWW 9223A			07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	LD				Código	3381/13-07	Coleta em	05/11/13 13:30
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	GAR 1				Código	3381/13-08	Coleta em	05/11/13 13:40
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.




**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS Nº 3381/13**

Revisão 00

Cliente	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	Telefone	91136411
Endereço	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	Contato(s)	
e-mail	Inajafrancisco@gmail.com	Fax	
Amostra(s)	Águas MB	Recepção	07/11/13

Amostra	GAR 2				Código	3381/13-09	Coleta em	06/11/13 13:50
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	PP 1				Código	3381/13-10	Coleta em	06/11/13 14:00
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	PP 2				Código	3381/13-11	Coleta em	06/11/13 14:10
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

Amostra	CAL 1				Código	3381/13-12	Coleta em	06/11/13 14:15
Ensaio	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método		Data do Ensaio	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaios (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos.

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.


**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaio ITPS Nº 3381/13**

Revisão 00

<b>Cliente</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	<b>Telefone</b>	91136411
<b>Endereço</b>	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	<b>Contato(s)</b>	
<b>e-mail</b>	inajafrancisco@gmail.com	<b>Fax</b>	
<b>Amostra(s)</b>	Águas MB	<b>Recepção</b>	07/11/13

<b>Amostra</b>	CAL 2				<b>Código</b>	3381/13-13	<b>Coleta em</b>	06/11/13 14:20
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>Padrão (L1)</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>		<b>Data do Ensaio</b>	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaio (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra não atendem aos limites estabelecidos.

<b>Amostra</b>	GG 1				<b>Código</b>	3381/13-14	<b>Coleta em</b>	06/11/13 14:30
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>Padrão (L1)</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>		<b>Data do Ensaio</b>	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaio (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", os resultados reportados neste relatório para esta amostra não atendem aos limites estabelecidos.

<b>Amostra</b>	GG 2				<b>Código</b>	3381/13-15	<b>Coleta em</b>	06/11/13 14:40
<b>Ensaio</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>Padrão (L1)</b>	<b>LQ</b>	<b>Método</b>		<b>Data do Ensaio</b>	
Coliformes Totais	Presença	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	
Escherichia Coli	Ausência	mL	Ausência em 100mL	—	SMEWW 9223A		07/11/13	

**Conclusão dos Ensaio (Parecer Técnico):** De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento de "Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde", o resultado reportado neste relatório para o parâmetro Coliformes totais nesta amostra não atende ao limite estabelecido.

**Legenda**

(L1): Portaria nº2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21ª. ed. Washington, 2005.

LQ: Limite de Quantificação do Método.

Parecer Técnico: Os pareceres, interpretações e opiniões expressos não fazem parte do escopo do sistema de qualidade deste laboratório com base na norma NBR ISO/IEC 17025.

**Observações**

COLABORAÇÃO AUTORIZADA PELA PRESIDENCIA em 10/06/2013, conforme documento arquivado no SAC.

**Informações de Coleta**

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

**ÁGUA DE CISTERNAS**

\*\*\*\*\*

**Preservação e distribuição dos itens de ensaio (por amostra)**

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e águas que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Relatório de Ensaios ITPS Nº 3381/13**

Revisão 00

<b>Cliente</b>	INAJÁ FRANCISCO DE SOUZA	<b>Telefone</b>	91136411
<b>Endereço</b>	RUA LOURIVAL ANDRADE, 364	<b>Contato(s)</b>	
<b>e-mail</b>	inajafrancisco@gmail.com	<b>Fax</b>	
<b>Amostra(s)</b>	Águas MB	<b>Recepção</b>	07/11/13

<b>Código da preservação</b>	<b>Código do Laboratório</b>	<b>Descrição resumida da preservação</b>	<b>Quantidade aproximada</b>	<b>Recipiente</b>
RV	MB	Refrigeração	15 x 250mL	Frasco de Vidro

Aracaju, 08 de novembro de 2013.

*Eulina*

Eulina Maria Torres Silva  
Química Industrial  
08200178

*ABonito*

Angela de Menezes Barreto  
Químico  
CRQ-SE - 07200183  
Lab. Microbiologia

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

## **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS MORADORES QUE POSSUEM CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE POÇO REDONDO/SE**

### **Dados Iniciais:**

Comunidade:

Data:

Nome do entrevistado: \_\_\_\_\_

Quantas pessoas vivem na sua casa? \_\_\_\_\_

### **Aspectos sobre chuvas:**

1.Quando foram as últimas chuvas aqui no povoado?

\_\_\_\_\_

2- Você sabe quais são os meses de chuva (inverno) na comunidade em que você mora?

\_\_\_\_\_

3- Você capta e armazena a água de chuva na cisterna?

( ) sim

( ) não. Por que? \_\_\_\_\_

4- Você e sua família costumam preparar a cisterna (limpar ou reparar) para captar (amparar) a chuva antes dos meses de chuva?

( ) sim ( ) não

### **Aspectos sobre as cisternas:**

5.Qual tipo de cisterna você possui?

( ) Placa de cimento ( ) Outros, qual? \_\_\_\_\_

( ) Cisterna – calçadão

( ) De polietileno

6. Há quanto tempo você possui a(s) cisterna(s)?

\_\_\_\_\_

7. Qual a instituição que participou na construção da cisternas?

\_\_\_\_\_

8. Qual o uso da água da cisterna?

( ) Beber ( ) outros \_\_\_\_\_

( ) Cozinhar

( ) Agricultura

( ) Dar de beber aos animais

9. Você faz algum tipo de tratamento da água antes de utilizar?

( ) sim ( ) cloro ( ) ferver ( ) filtrar ( ) coar

( ) Outro, qual? \_\_\_\_\_

( ) não. Por que? \_\_\_\_\_

10. Você (e sua família) recebeu curso de capacitação sobre uso da cisterna e tratamento da água?

(Reunião com a empresa)

( ) sim Qual órgão realizou o curso? \_\_\_\_\_

( ) não

11. Você sente que existe acompanhamento com visitas do órgão que realizou a capacitação?

(Empresa que fez a reunião)

( ) sim ( ) pouco ( ) não

12. Você recebe visita de agentes da saúde para observar a água da cisterna?

( ) sim. Quando foi a última vez? \_\_\_\_\_

Qual atividade realiza? \_\_\_\_\_

( ) não

12.1 E visita da vigilância sanitária?

( ) sim. Quando foi a última vez? \_\_\_\_\_

Qual atividade realiza? \_\_\_\_\_

( ) não

13. Você mantém a cisterna sempre fechada?

( ) sim ( ) não, por que? \_\_\_\_\_

14. Você faz periodicamente limpeza da cisterna?

( ) sim. De quanto em quanto tempo? \_\_\_\_\_

( ) não

15. Você faz limpeza das bicas da cisterna?

( ) sim ( ) não

16. Você costuma desviar a primeira água de chuva?

( ) sim

( ) não. Por que? \_\_\_\_\_

17. O que você utiliza para retirar a água de dentro da cisterna?

( ) bomba manual

( ) bomba elétrica

( ) balde

**No caso de uso de balde (se utilizar bomba, pular para a questão 20):**

18. O balde é utilizado para outra atividade doméstica?

( ) sim

( ) não, o balde é só para uso na cisterna

19. O balde utilizado é lavado antes de colocar dentro da cisterna?

( ) sim

( ) não

#### **Questões referentes ao carro-pipa**

20. Nos meses em que não chove você abastece a cisterna com água de carro pipa?

( ) sim

( ) não - **Pular para a questão 24**

( ) outros. Quais? \_\_\_\_\_

21. Você sabe quem faz o transporte da água de carro pipa?

( ) exército

( ) prefeito / Governo

- ( ) particular  
( ) outros \_\_\_\_\_

22. Você sabe de onde vema água que abastece a cisterna?

- ( ) sim. De onde? \_\_\_\_\_  
( ) não

23. No carro pipa que transporta a água e abastece a cisterna contem informações sobre a água?

- ( ) sim. Quais? \_\_\_\_\_  
( ) não contem  
( ) nunca observei  
( ) não sei ler

24. Você ou alguém de sua família já teve alguma doença relacionada à água, tais como cólera, diarreia, esquistossomose, verminoses, dengue, ameba ou giardia?

- ( ) sim. Qual? \_\_\_\_\_  
( ) não

#### **Aspectos sobre a agricultura e pecuária**

25. Você tem agricultura, roça ou algum plantio no seu terreno?

- ( ) sim. Quais? \_\_\_\_\_  
( ) não

26. Você utiliza água de cisterna para irrigar o seu plantio?

- ( ) sim ( ) só quando chove que molha - **Pular para a questão 30**

27. Qual o tipo de cisterna você utiliza para a irrigação?

- ( ) cisterna calçadão ( ) cisterna placa de cimento de uso doméstico ( ) cisterna polietileno

28. Após a implantação das cisternas houve maior produtividade na agricultura?

- ( ) sim ( ) não. Por que? \_\_\_\_\_

29. Você faz tratamento da água que utiliza na agricultura?

- ( ) sim. Qual? \_\_\_\_\_  
( ) não

30. Você cria animais?

- ( ) sim. Quais? \_\_\_\_\_  
( ) não

31. Você utiliza qual tipo de cisterna para dar de beber aos animais?

- ( ) cisterna calçadão ( ) cisterna placa de cimento de uso doméstico ( ) cisterna polietileno  
( ) outros, qual? \_\_\_\_\_

32. Você faz tratamento da água que utiliza para a dessedentação animal? (dar de beber aos animais)

- ( ) sim. Qual? \_\_\_\_\_  
( ) não

## **APÊNDICE C - ROTEIRO DE ENTREVISTA**

**Povoado:**\_\_\_\_\_

**Data:**\_\_\_\_\_

**Nome do entrevistado(a):**\_\_\_\_\_

- 1. Como o Sr(a) fazia para ter água em casa antes da construção da cisterna?**
- 2. Hoje em dia falta água na sua casa?**
- 3. A quantidade de chuva no inverno dá para abastecer a cisterna toda?**
- 4. A qualidade da água da cisterna é melhor/pior que a água que se utilizava antes da construção da cisterna?**
- 5. O que o Sr(a) acha que os órgão competentes deveriam melhorar em relação à disponibilidade de água aqui no seu povoado?**

## **APÊNCICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, Thaiza Monteiro Paz de Araujo, acadêmica do curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe, matrícula 201311002783, estou realizando pesquisa para estudos de curso.

A presente pesquisa tem como objetivo geral relacionar o regime pluvial com o potencial de captação da água de chuva, e avaliar a qualidade da água armazenada em cisternas no município de Poço Redondo a partir da inclusão de tecnologias sociais através das políticas públicas voltadas para a convivência com o Semiárido.

Como requisito para a conclusão dos trabalhos de dissertação, solicito por meio deste termo a participação voluntária das famílias rurais residentes nos povoados Ana Patrícia 2, Caldeirão/Pedrinhas, Garrote do Emiliano, Lagoa do Canto, Lagoa Dantas, Lagoa Grande, Pedras Grandes, Poço Preto, Serra da Guia, Santa Rosa do Ermírio e Salitrado para fins socioambientais da pesquisa acadêmica.

Desse modo, necessito que a Vossa Senhoria responda a um roteiro de entrevista semi-estruturado em que os resultados serão divulgados em meio científico, sendo garantido o sigilo da fonte. É importante deixar claro que o entrevistado tem o direito de abandonar a sua participação no momento em que assim desejar.

\_\_\_\_\_/SE, \_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2014

\_\_\_\_\_  
Thaiza Monteiro Paz de Araujo  
(Pesquisadora)

Declaro que as condições acima descritas foram lidas e explicadas a mim pela pesquisadora. Sendo assim, concordo em participar da pesquisa dentro dos termos descritos. Autorizo a utilização das informações supra mencionadas na dissertação de mestrado de Thaiza Monteiro Paz de Araujo, mestranda do PRODEMA/UFS.

\_\_\_\_\_/SE, \_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2014

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante